

Klokare klimatbeslut i tidiga skeden

Beskrivning av prototypverktyg och erfarenheter av tidiga klimatkalkyler

Presentationsrapport
Klimat- och designdriven byggnation
Mars 2022

Rasmus Andersson, Sandra Moberg, Johan Larsson och
Sevda Jusufovska (IVL Svenska Miljöinstitutet)
Petra Jenning (FOJAB Arkitekter)
Björn Ekelund (Arkitektkontoret Warm in the Winter)

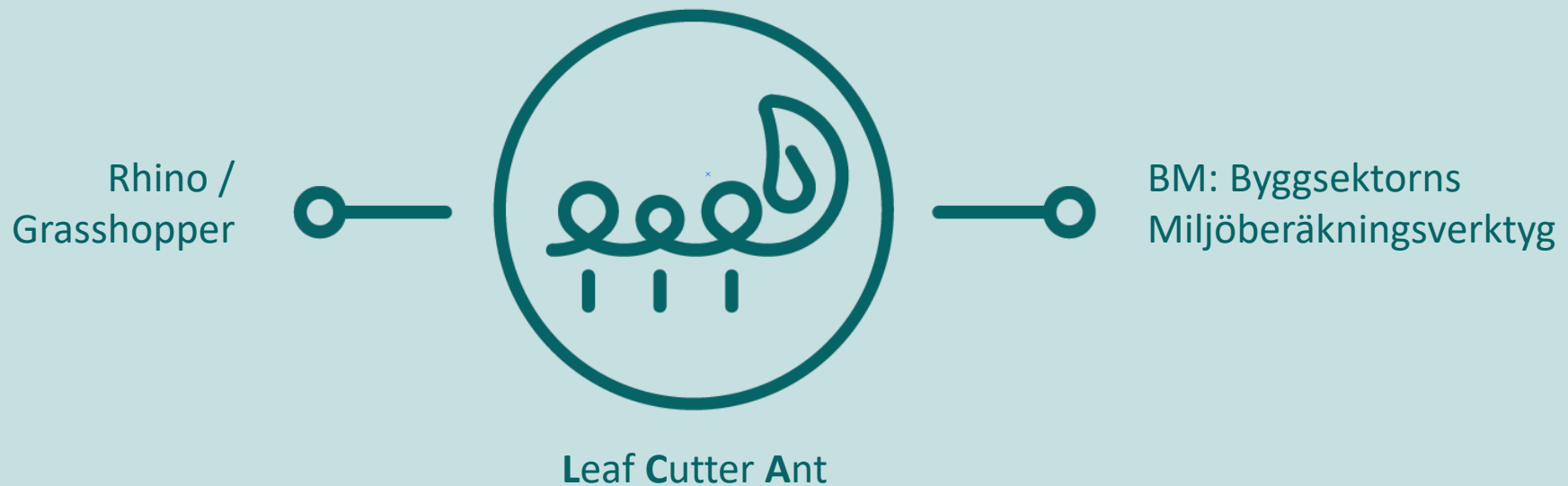


Warm in the Winter



Hur kan vi förstå byggnadens
klimatavtryck redan från
första skiss?

Designverktyg behöver knytas ihop med klimatberäkningsverktyg



Innehåll

Projektet i korthet

- 1 Vad är Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg (BM)?
- 2 Vad är Rhino och vad är Grasshopper?
- 3 Processen i ett byggprojekt
- 4 Prototypverktyget Leaf Cutter Ant: Hur fungerar den?
- 5 Arbetsättet: Hur ser det ut och vad uppnår vi?
- 6 Fallstudier
- 7 Utvärdera klimatpåverkan och energiprestanda samtidigt i tidigt skede
- 8 Tidig och sen klimatberäkning : Vad är skillnaden?
- 9 Ökat klimatfokus vid marktilldelning och planprocess
- 10 Slutsatser



Projektet i korthet

Projektet har utvecklat en klimatberäkningsfunktion (prototypen Leaf Cutter Ant) genom att koppla samman 3d-modelleringsprogrammet Rhino / Grasshopper med klimatberäkningsverktyget BM (Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg).

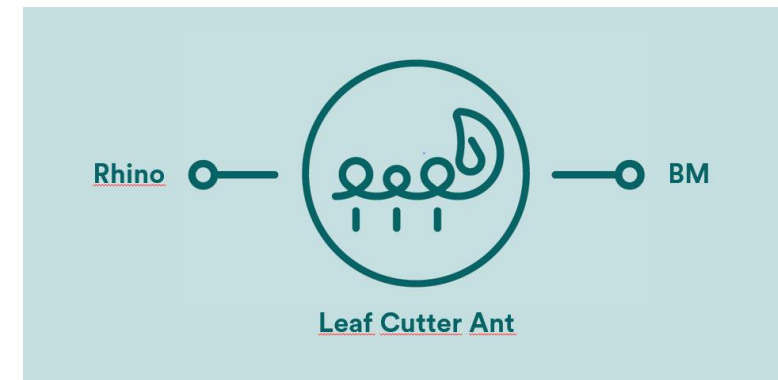
- Automatiska klimatkalkyler direktgenereras i tidiga byggsleden baserat på en volymskiss
- Volymskissen ger mängdberäkning av ett antal byggelement
- Byggelementen är sammansatta av flera material, till exempel ett komplett bjälklag eller väggelement
- I BM är byggelementen kopplade mot generiska¹ klimatdata
- Klimatpåverkan sätts i relation till andra traditionella beslutsparametrar² i tidiga skeden
- Energiprestandan utvärderas genom ett nyckeltal för klimatskalets värmeförlustprestanda

“

Verktyget ska göra det lättare för byggbranschens aktörer att utvärdera vilken klimatomfattig effekt olika lösningar får, och integrera det i nuvarande arbetssätt tidigt i byggprocessen

-Petra Jennings, arkitekt och innovationsledare på FOJAB

”



¹LCA-värden för klimatpåverkan grundade på medelvärden för olika byggprodukter som är av samma typ.

²Mått som är resultat av en design och som kan ligga till grund för beslut.

Projektfakta

Projekttnamn: Klimat- och designdriven byggnation

Finansierat av: Statens energimyndigheten (projektstöd inom ramen för programmet E2B2) samt delfinansiering av projektpartnererna.

Projektid: Augusti 2020-Mars 2022.

Projektteam: IVL Svenska Miljöinstitutet, FOJAB Arkitekter, Arkitektkontoret Warm in the Winter, MKB Fastighets och Byggnadsfirman Otto Magnusson.

Referensgrupp: Representanter från KTH, Boverket, Skanska, RISE, Malmö Stad, Senorgården samt ytterligare forskare och experter i projektteamets organisationer.



Warm in the Winter



Syfte och mål: integrera LCA som beslutsunderlag i tidiga designskeden

Vi har utvecklat en metod och process för att integrera LCA (livscykelanalys) som beslutsunderlag i tidiga designskeden. Metoden ska stödja en iterativ process och informerade beslut mellan olika aktörer, såsom beställare och arkitekt. Projektet inkluderar att testa metoden i olika fallstudier.

1- Fokus på förenkling och snabbhet

Förenkling och snabbhet är viktigt för en tidig LCA. Det har bland annat resulterat i fokus på förenklade byggelementstyper och direktgenererade resultat. Mer detaljerade och tidskrävande beräkningar kännetecknar senare skeden, och skiljer sig alltså från detta. Hänsyn tas till att det idag i princip saknas tillämpning av klimatberäkning i den tidiga plan- och gestaltningsprocessen, och att aktuella verktyg därför behöver vara på en enkel och översiktlig nivå.

2- Hjälpa till att fatta beslut och öka kunskap

Intentionen är att sätta klimatpåverkan i relation till övriga (bland annat mer traditionella) beslutsparametrar i tidiga skeden. Fokus är på volyminimering samt att hitta avgörande samband som leder klimatpåverkan åt rätt håll. Till exempel så har en metod testats där olika volymutförändringen men med samma byggnadsnyttor jämförs i tidigt skede. Visualisering av resultat som visar klimatpåverkan intill andra mer traditionella beslutsparametrar ska underlätta beslutsfattande samt öka den generella kunskapen om principiella val i det tidiga skedet.

3- Byggmaterialens klimatpåverkan A1-A5 samt ett nyckeltal som indikator för energiprestanda

Klimatpåverkan avgränsas till byggnationens klimatpåverkan (A1-A5) men sätts också i relation till energi i form av ett framtaget energinyckeltal för klimatskalets värmeförluster.

4- För de tidiga skedena- när förutsättningar ännu inte är låsta

Prototypverktyget ska underlätta klimatbeslut i de tidiga skedena såsom detaljplanprocessen, förstudie eller programskede innan förutsättningar relaterat till volym eller planer blir låsta.

“

Prototypverktyget ökar förståelsen för hur byggnadens form och gestaltning påverkar klimatavtrycket, och vilka faktorer som är drivande.

-Rasmus Andersson, projektledare på IVL Svenska Miljöinstitutet

”



Byggmaterialens klimatpåverkan A1-A5 samt ett energinyckeltal som indikator för energiprestanda inkluderas

Energinyckeltal för klimatskalets värmeförluster

A1-A5 Byggskedet					B 1-7 Användningsskedet							C 1-4 Slutskedet				D Övrig miljöinfo
A1 – Råvaruförsörjning	A2 - Transport	A3 - Tillverkning	A4 - Transport	A5 – Bygg- och installationsprocessen	B1 - Användning	B2 - Underhåll	B3 - Reparation	B4 - Utbyte	B5 – Renovering	B6 - Energianvändning	B7 - Vattenanvändning	C1 – Demotering, rivning	C2 - Transport	C3 - Restprodukthantering	C4 - Bortskaffning	Återanvändnings-, Återvinnings- & Materialåtervinnings-potential

En byggnads livscykel delas upp i skeden med olika bokstavs-beteckningar enligt EN15804 / EN15978 / ISO 21930



1. Vad är Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg (BM)?



Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg BM

Vad är BM?

BM³ är ett väletablerat verktyg inom den svenska byggsektorn för beräkning av byggnaders klimatpåverkan (i framtiden kanske även ytterligare kategorier av miljöpåverkan).

BM innehåller en databas med generiska klimatdata för de byggresurser som används på den svenska marknaden, och bland annat Boverkets klimatdatabas som måste användas för att uppfylla lagkravet om klimatdeklaration.

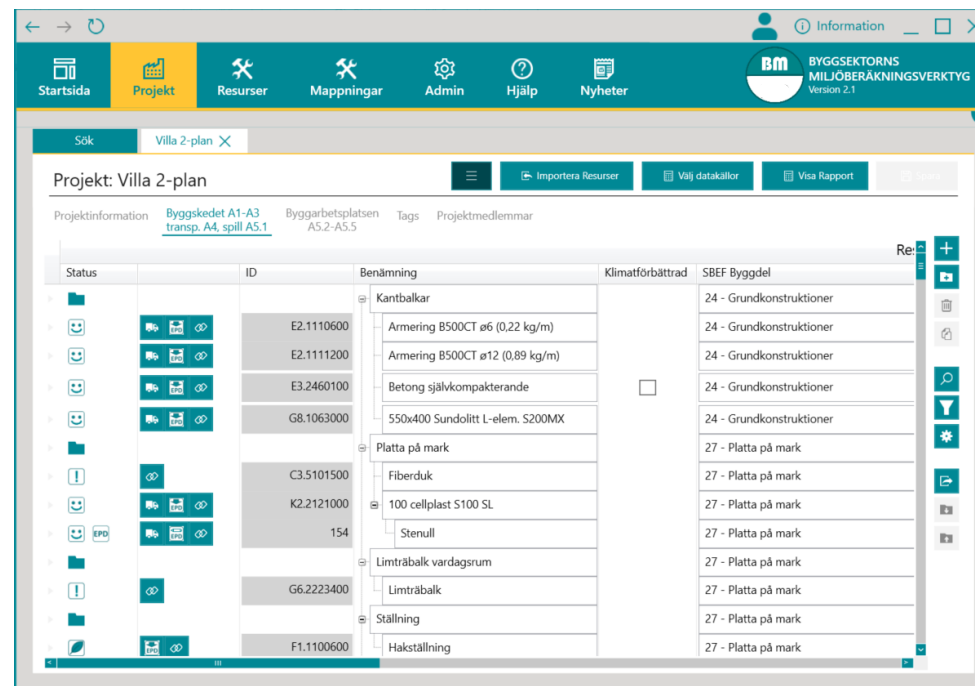
En vanlig beräkning görs genom att underlag för materialmängder läses in digitalt till BM från kostnadskalkylmjukvaror. BM beräknar sedan klimatpåverkan från materialproduktion, transporter och byggproduktion (A1-A5) med hjälp av programmets klimatdata. Specifika data från "Environmental Product Declarations", så kallade EPD:er kan ersätta de mest påverkande byggresurserna.

Att nyttja BM i alla designskeden

Att basera beräkningen på en kostnadskalkyl⁴, ger en stor tidsvinst och kopplar till etablerade processer i byggsektorn.

Tillgången till generiska data i BM gör att man (till exempel via kostnadskalkyl under projektering) kan göra en preliminär beräkning av byggnadens klimatpåverkan samt göra aktiva materialval baserad på specifika data från en EPD.

Genom att därutöver plocka ut materialmängder från skissverktyg kan BM användas för klimatkalkyl i de tidigare skedena. Detta möjliggörs via prototypverktyget som är utvecklat i detta projekt. På så sätt kan alltså BM nyttjas i alla designskeden, från första skiss fram till klimatdeklaration när byggnaden är uppförd.



The screenshot shows the BM software interface for a project named "Villa 2-plan". The interface includes a navigation bar with options like "Startsida", "Projekt", "Resurser", "Mappningar", "Admin", "Hjälp", and "Nyheter". Below the navigation bar, there is a search bar and a project information section. The main content area displays a table with columns for "Status", "ID", "Benämning", "Klimatförbättrad", and "SBEF Byggdelen". The table lists various construction elements such as "Kantbalkar", "Armering B500CT ø6", "Betong självkompakterande", "Platta på mark", and "Limträbalk vardagsrum".

Status	ID	Benämning	Klimatförbättrad	SBEF Byggdelen
		Kantbalkar		24 - Grundkonstruktioner
	E2.1110600	Armering B500CT ø6 (0,22 kg/m)		24 - Grundkonstruktioner
	E2.1111200	Armering B500CT ø12 (0,89 kg/m)		24 - Grundkonstruktioner
	E3.2460100	Betong självkompakterande	<input type="checkbox"/>	24 - Grundkonstruktioner
	G8.1063000	550x400 Sundolitt L-elem. S200MX		24 - Grundkonstruktioner
		Platta på mark		27 - Platta på mark
	C3.5101500	Fiberduk		27 - Platta på mark
	K2.2121000	100 cellplast S100 SL		27 - Platta på mark
	154	Stenull		27 - Platta på mark
		Limträbalk vardagsrum		27 - Platta på mark
	G6.2223400	Limträbalk		27 - Platta på mark
		Ställning		27 - Platta på mark
	F1.1100600	Hakställning		27 - Platta på mark

³<https://www.ivl.se/projektwebbar/byggsektorns-miljoberakningsverktyg>

⁴ En kalkyl som upprättas för byggprojektets kostnader och som innehåller detaljerad information om resurser och material som kan användas för klimatberäkning.

2. Vad är Rhino och Grasshopper?



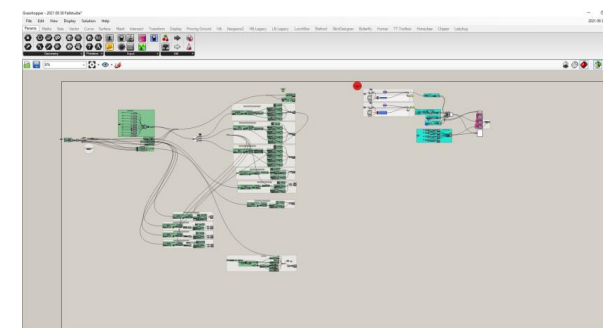
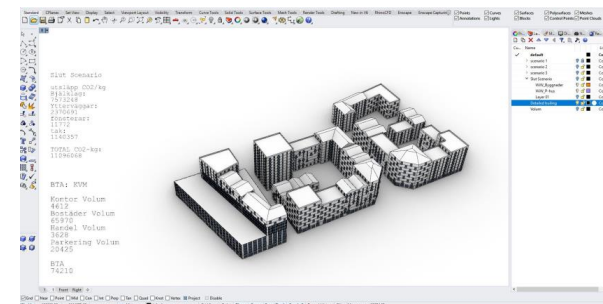
Rhino och Grasshopper som skissverktyg i tidiga skeden

Vad är Rhino?

Rhino (Rhinoceros 3D) är ett kommersiellt 3D-modelleringsprogram utvecklat av Robert McNeel & Associates för bland annat byggnadsdesign. Rhino används ofta i tidiga skiss- och gestaltningskedan⁵.

Vad är Grasshopper?

Grasshopper 3D är ett visuellt programmeringsspråk och miljö som körs i Rhino⁶. Programmet utvecklades av David Rutten at Robert McNeel & Associates. Grasshopper har idag ett stort community av utvecklare som delar moduler och lösningar open source. Grasshopper har därför utvecklats till en kraftfull motor för analys, simulering och generering av olika gestaltningsförslag.



⁵ <https://www.rhino3d.com/>

⁶ <https://www.grasshopper3d.com/>

3. Processen i ett byggprojekt



Skeden i Byggprocessen



Ett sätt att beskriva de olika skedena i byggande ur byggherrens perspektiv visas i figuren ovan. Illustrationen baserad på processbeskrivning från Boverket⁷.

Först i Produktionskedet kan en tillförlitlig klimatberäkning göras som representerar den färdiga byggnaden, vilket är vad som ska redovisas som klimatdeklaration enligt lag från och med 2022.

Klimatberäkningar görs därutöver idag ofta med preliminära kalkyldata i samband med upphandling av byggentreprenör. Klimatpåverkan kan dock kalkyleras på översiktligare sätt tidigare, redan i förstudier och programskede, och på så sätt utgöra en vägledning framåt i projektet. Motsvarande gäller på liknande sätt avseende energiberäkningar, där arbetet i regel påbörjas under projektering.

Vilka skeden riktar sig detta projekt mot?



Nytta i de allra tidigaste skedena

Prototypverktyget är utvecklat för att möjliggöra förenklade klimatkalkyler i de allra tidigaste skedena. Då det utgår från byggelementsnivå (till exempel hela ytterväggar eller bjälklag av standardmässig typ) gör det nytta i de skeden av byggprocessen där detaljerade underlag för en klimatberäkning saknas men där beslut som påverkar klimatpåverkan görs.

Verktyslösningen är aktuellt i byggsleden såsom förstudie- och programskede. Det kan appliceras på såväl mindre nybyggnadsprojekt som större exploateringsprojekt.

Det framtagna energinyckeltalet för klimatskalets värmeförluster och beräkningen av detta via verktyget kan därutöver möjliggöra tidigare analyser även avseende byggnadens energiprestanda under drift.

Fördelar med tidig klimatberäkning

Byggnaders klimatpåverkan avgörs till stor del tidigt i byggprocessen

Byggnaders egenskaper och gestaltningskoncept i form av till exempel volymer och typologier⁸ formas till stor del i de tidiga skedena. Det är även då som många förutsättningar för olika materialval sätts. På så vis finns stora möjligheter att förbättra byggnadens klimatprestanda i de tidiga skedena. Generellt så minskar den möjligheten drastiskt ju längre fram i byggprocessen man kommer, då flera parametrar ofta är låsta.

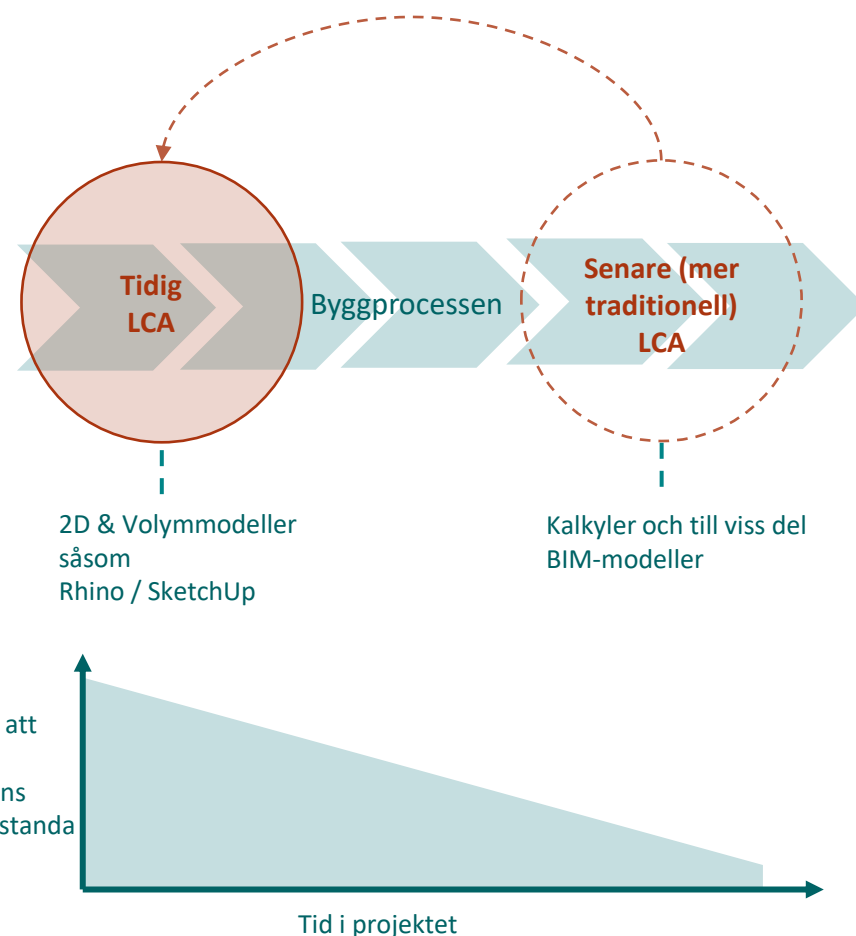
I tidiga skeden har man dock minst information

I och med att detaljerad information om till exempel materialval och byggnadslösningar saknas i de tidiga skedena, så behövs antaganden och förenklingar göras. Därför ger prototypverktyget *troliga effekter* av principiella material- och volymutföranden.

Modelleringsverktyg och underlag är olika i de olika skedena

Flera modelleringsverktyg finns, såsom Rhino eller SketchUp som är vanliga i tidiga skeden. Det finns dock få, eller inga, etablerade verktyg för att ge klimatåterkoppling i tidiga skeden.

I senare skeden kan man basera en LCA på kostnadskalkyler eller kanske till och med BIM-modeller⁹. På så sätt kan sena skeden nyttja slutverifierade, högupplösta klimatberäkningar för att till exempel identifiera avgörande förbättringsområden till kommande projekt.

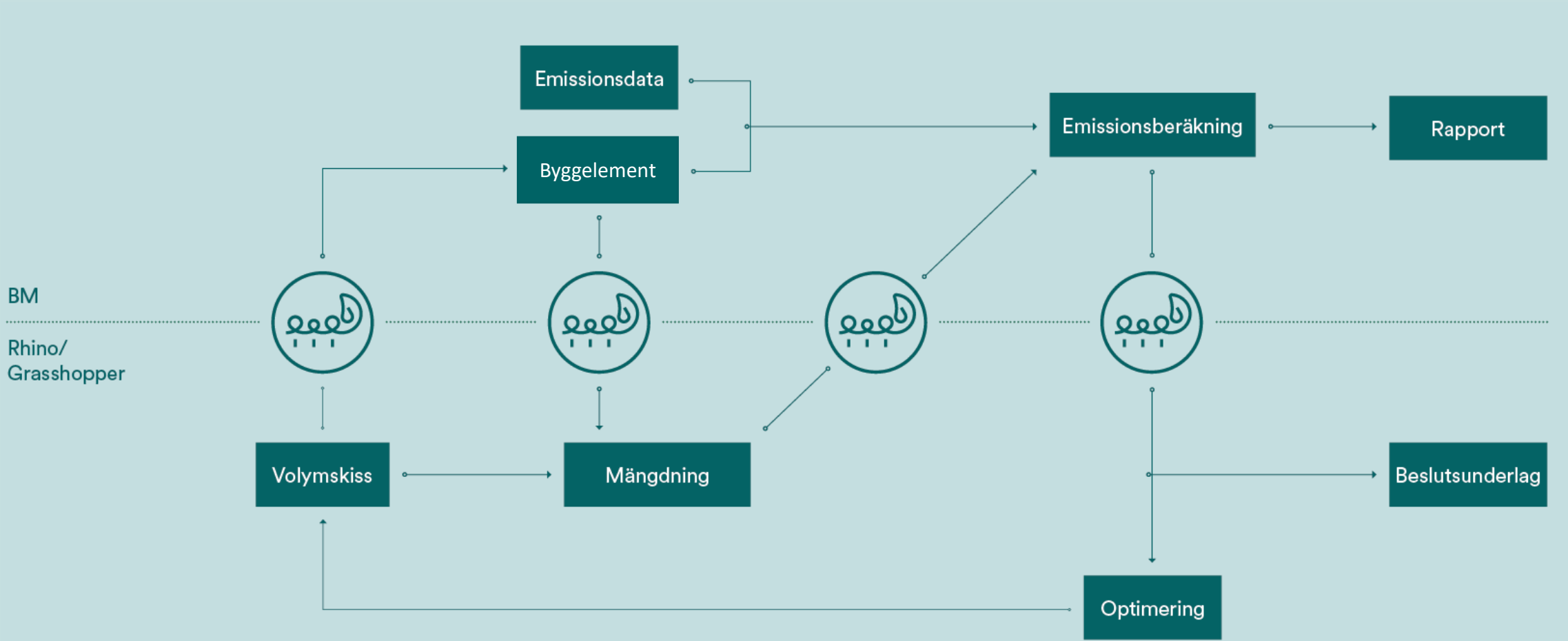


⁸ Typ av byggnad och/eller bebyggelsestruktur, såsom punkthus, lamellhus eller småhus

⁹ Står för "Building information modeling" och är enkelt sagt en digital modell där information kan lagras.

4. Prototypverktyget Leaf Cutter Ant: Hur fungerar den?





Kort om prototypverktyget

1- Koppling mellan Grasshopper/Rhino och BM

Prototypverktyget bygger på en koppling mellan Grasshopper/Rhino och BM via ett API som i realtid genererar klimatberäkningar utifrån en 3D-modell. 3D-modellen kopplas till generiska byggnadselement och mängdning av dem tas fram. Utifrån mängdningen fås automatiskt feedback på denna kompositioners klimatpåverkan.

2- Ett bibliotek med byggnadselement

Ett bibliotek med byggnadselement är framtaget som kan tilldelas valda delar av 3D-modellen. Byggelementen är sammansatta av flera material, till exempel ett komplett bjälklag eller väggelement. Exempel på ett av byggelementen är en utfackningsvägg med tegel, se Figur 1. Elementen är kopplade till klimatdata genom att de är modellerade i BM och tilldelade generiska klimatdata. Varje byggelement har vidare tre utsläppsnivåer vad gäller klimatpåverkan, enligt *låg*, *medel* och *hög*. Exempel på låg är återbrukade material, återvunnet innehåll eller material med låg klimatpåverkan från byggskedet.

3- Vad ger denna verktygslösning?

Prototypverktyget fokuserar på arkitektur i ett tidigt skede och hur mycket val av design kan påverka ett byggprojekts klimatpåverkan. Det ger en jämförande indikation på hur klimatpåverkan kan minskas genom att studera faktorer som har stor påverkan i ett tidigt skede såsom form, kompakthet, typologier, materialval och sammansättningen av material.

Alla faktorer studeras dock inte och resultaten speglar inte ett absolut slutgiltigt värde på klimatpåverkan. Det ger däremot en bra jämförelseindikation mellan olika alternativ och vägval. Det utgör därmed en typ av underlag för beslutsfattande som idag oftast saknas i tidigt skede.

“

När olika byggelement som exempelvis en yttervägg eller ett bjälklag kopplas till enkla digitala volymskisser ges automatisk återkoppling på byggnadens klimatpåverkan utifrån generiska klimatdata för byggelementens material.

- Sandra Moberg, arkitekt och specialist på klimatberäkningar vid IVL Svenska Miljöinstitutet

”

Byggelement

Bostad, Yttervägg, Specifik
Icke-bärande Tegel (470 mm)
Utsläppsnivå: låg, medel eller hög

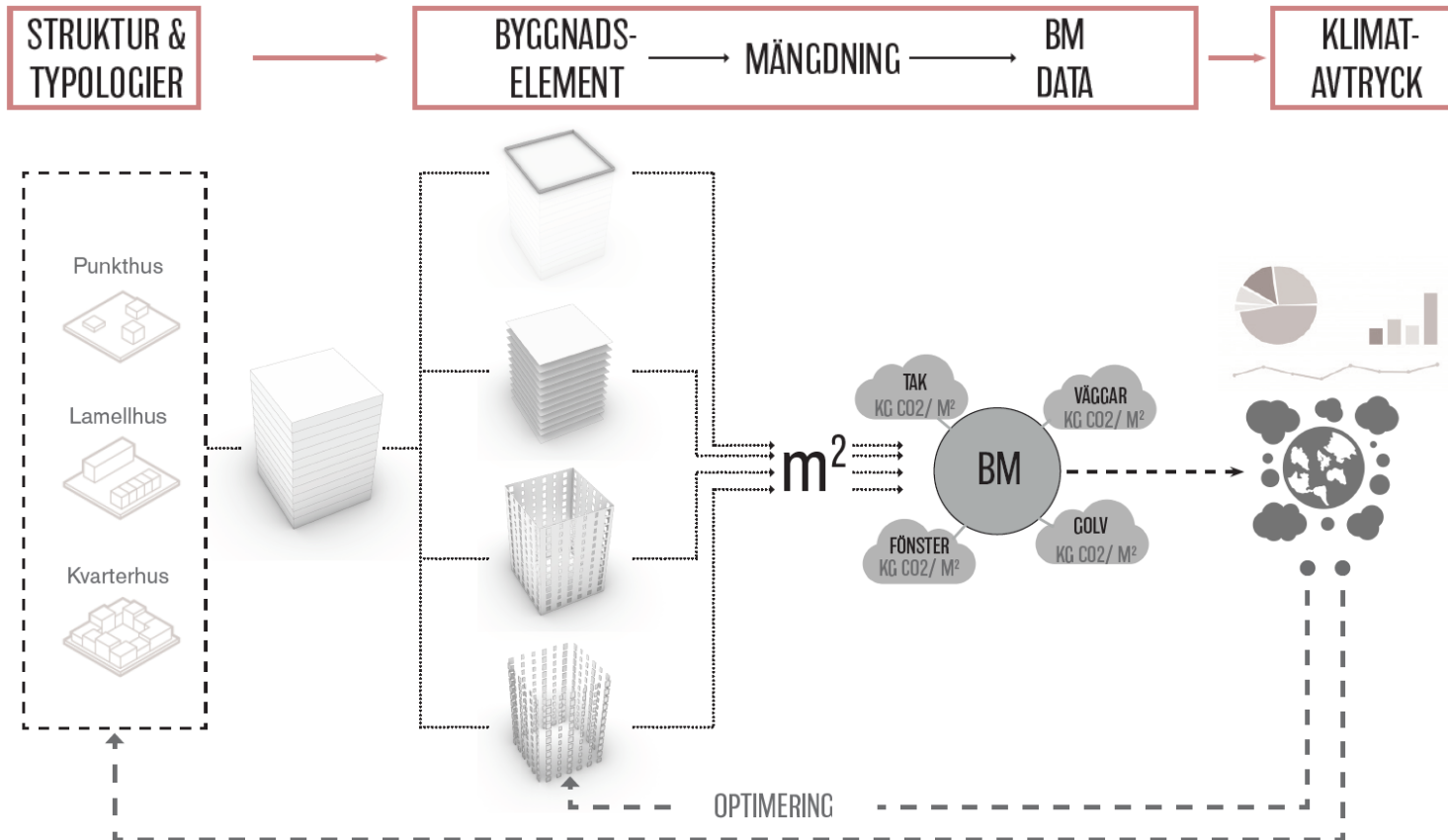
Tegel	108 mm
Luftspalt	42 mm
Isolering, skiva	80 mm
Vindskyddsskiva	9 mm
Isolering/regel	170 mm
Plastfolie	
Isolering/regel	45 mm
Gips	13 mm

Figur 1. Exempel på ett byggelement och dess ingående material som tilldelas 3D-modellen. För varje byggelement kan utsläppsnivå låg, medel eller hög väljas.

SKISS OCH SCENARIER

ANALYS

PRESENTATION



Tekniska flödet

Volymkisser som utforskar olika scenarier av till exempel struktur och typologi tilldelas byggnadselement i modelleringsverktyget.

Mängdning görs på så sätt av byggnadselement i form av till exempel mängd yttervägg eller bjälklag. Det skiljer sig från en traditionell klimatberäkning där mängdning görs av enskilda resurstyper, såsom fabriksbetong med viss hållfasthetsklass.

Byggnadselementen är kopplade till generiska klimatdata i BM. De är av standardmässig sammansättning och är tänkta att representera typiska byggelement.

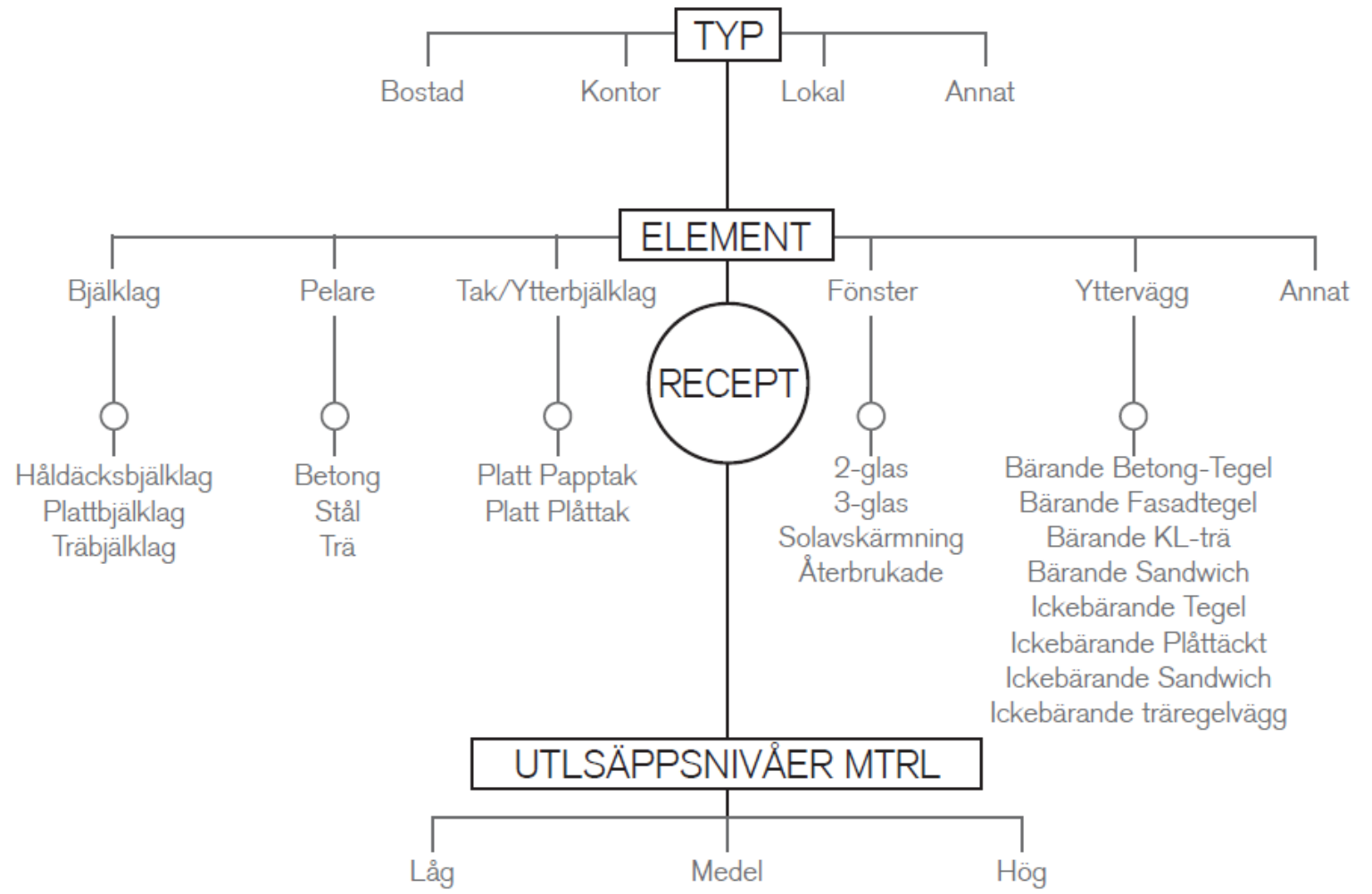
→ Resultaten är förenklade men kommer i realtid!

Byggnadstyp
 Prototypverktyget möjliggör klimatberäkning av olika byggnadstyper.

Byggnadselement
 Volymskissen tilldelas element utifrån ett bibliotek av byggnadselement, anpassade för olika byggnadstyper.

Recept
 Varje byggelement består av recept med material som i sin tur har klimatdata kopplat till sig.

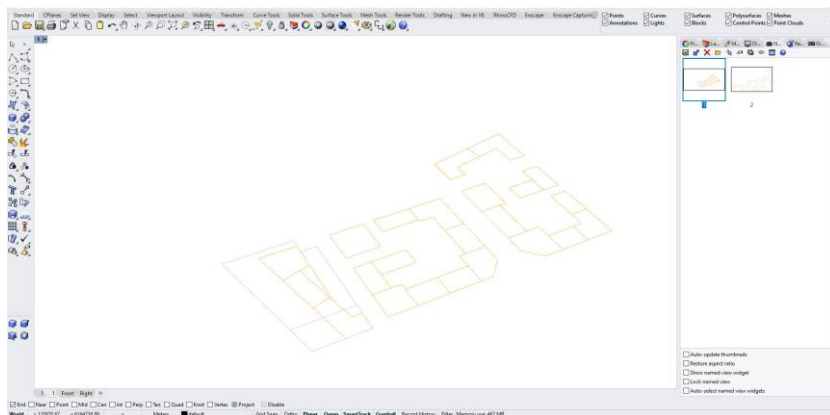
Utsläppsnivåer
 Varje byggelement har tre nivåer vad gäller klimatpåverkan, där nivåer enligt låg, medel och hög kan väljas.



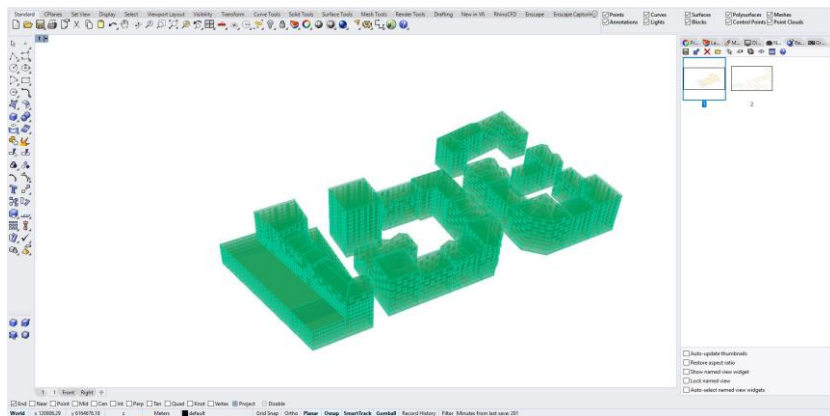
5. Arbetsättet: Hur ser det ut och vad uppnår vi?



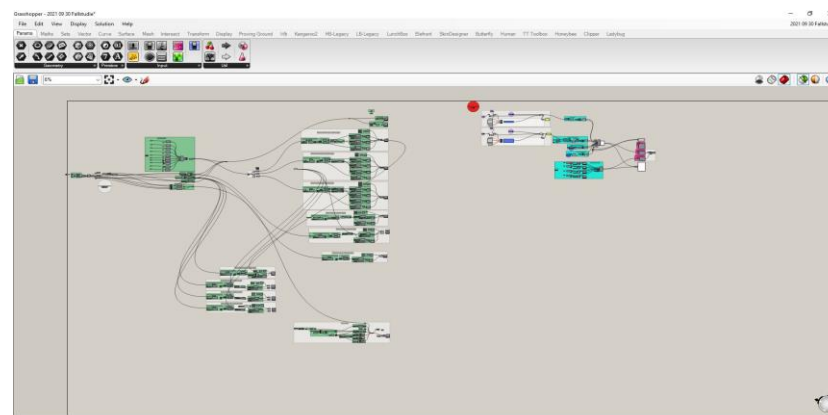
Hur kan en arbetsgång se ut?



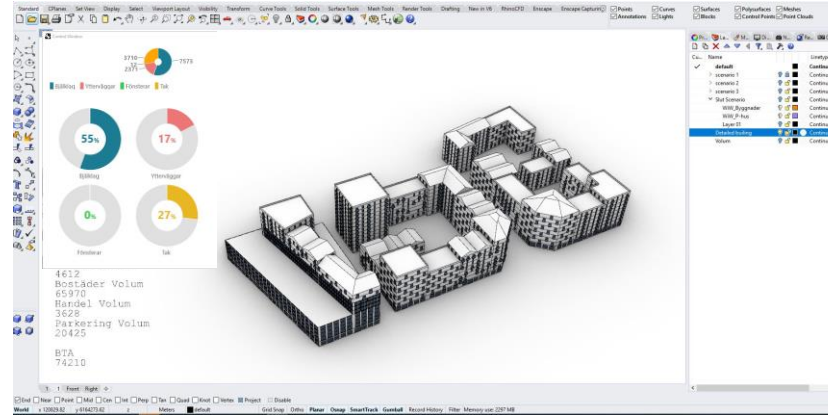
STEG 1: Initialt ritas byggnadernas fotavtryck upp. Med det som utgångspunkt kan beräkningsarbetet startas.



STEG 3: Efter att ha ritat upp volymer kan byggnadselement tilldelas de olika delarna (till exempel Bjälklag - Pelare- Tak/Ytterbjälklag- Fönster- Yttervägg)



STEG 2: I Grasshopper tilldelas den uppritade byggnaden de byggnadstyper som vi ska analysera (Bostad, handel, Parkering, kontor, etc.)



STEG 4: Slutligen kopplas 3D-modellen och BM samman med Leaf-Cutter Ant. Det genererar snabba sammanställningar av modellens klimatpåverkan.



Olika arbetssätt kan utvecklas utifrån prototypverktyget

Prototypverktyget ger återkoppling på volymskissens klimatpåverkan, så att det kan integreras som en beslutsparameter i tidiga skeden.

Verktystillämpningen kan anpassas från fall till fall. Eftersom varje typ av projekt innebär olika designmetoder och designkriterier, är det betydelsefullt. Olika *besluts*parametrar kan vara aktuellt att jämföra beroende på byggnadstyp och funktion (se exempel i Tabell 1). Olika *design*parametrar kan likaså vara aktuella att testa beroende på projekt (se exempel i Tabell 2). Ett sådant arbetssätt är tillämpat i projektets fallstudier. I korthet kan det beskrivas på följande sätt:

- Ett anpassat arbetssätt kan utvecklas stegvis utifrån prototypverktyget.
- Fallstudier som gjorts i projektet visar möjlig arbets- och beslutsprocess.
- Prototypverktygets funktioner gör att olika beslutsparametrar (output) kan tas ut och jämföras beroende på hur en mängd designparametrar (input) varierar.
- En sådan beslutsparameter kan till exempel vara klimatpåverkan fördelat på en annan funktionell enhet än byggnadsarea, såsom nyttjandebar yta.

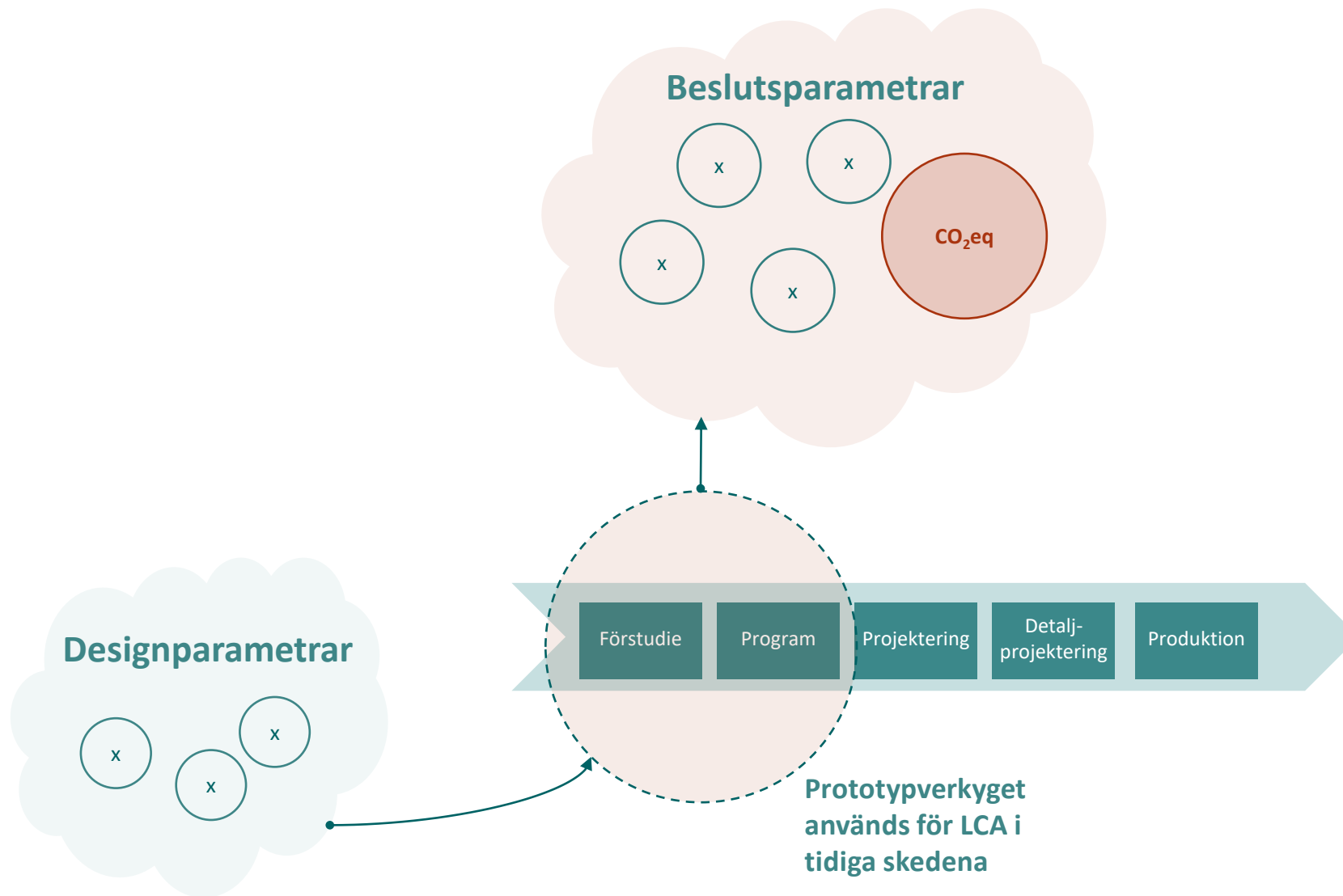
Tabell 1. Designparametrar som valts att studera i ett av fallstudierna

Exempel på designparametrar (Input)	Enhet
Antal våningar	n
Våningshöjder	n
Byggnadens bredd	n
Byggnadens höjd	n
Fönsterandel	%
Frikopplade ytterväggar	n
Vädersteck i förhållande till norr	grader
Materialinställningar (utsläppsnivåer)	Låg, medel, hög
Huvudsakliga stommaterial	Trä, betong, stål

Tabell 2. Beslutsparametrar som valts att studera i ett av fallstudierna (kontorsbyggnad)

Exempel på beslutsparametrar (Output)	Enhet
Klimatpåverkan	Kg CO ₂ eq
Klimatpåverkan per funktionell enhet	Kg CO ₂ eq/BTA eller Atemp
	Kg CO ₂ eq/arbetsyta*
Klimatskalets väremförlustprestanda	W/K, Atemp
Dagsljusfaktor*	%
Arbetsyfefaktor*	%

*Exempel på beslutsparametrar relevanta för en specifik fallstudie, dessa bör variera beroende på byggnadens funktion och användning



6. Fallstudier



Fallstudie 1

Områdesutveckling Malmö



Upplägg i studie

Steg 1: Volymjämförelser

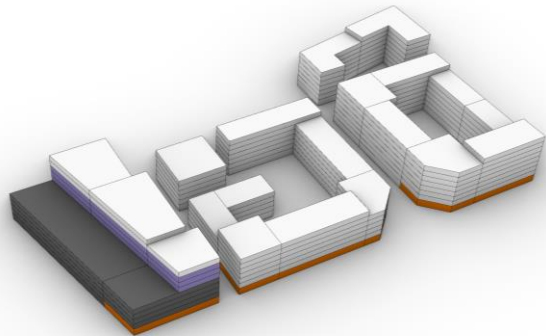
Olika scenarios har jämförts, där struktur och byggnadstypologi varierats, men byggdelselement varit samma.

Volymförslag är framtaget utifrån resultaten.

Steg 2: Test med olika byggdelselement

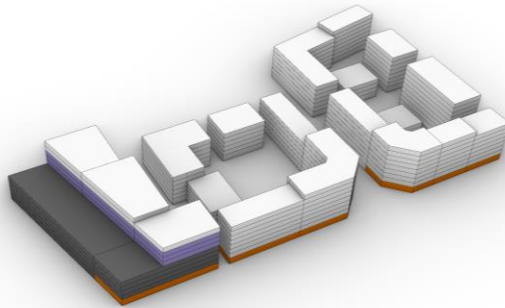
För volymförslaget testas olika byggnadselement och materialval.

Steg 1. Volymjämförelser



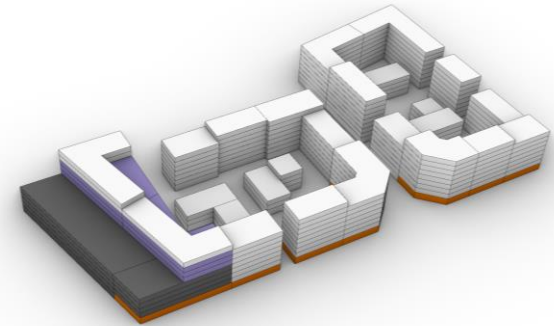
Scenario 1- Slutna kvarter

Punkthus
Lamellhus
Kvarterhus



Scenario 2- Blandade typologier

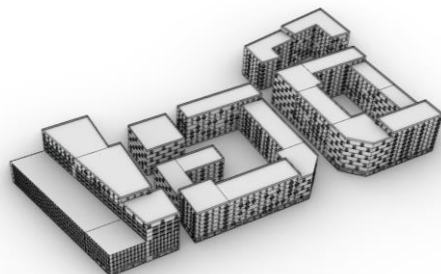
Punkthus
Lamellhus
Radhus



Scenario 3- In och ut

Lamellhus
Radhus

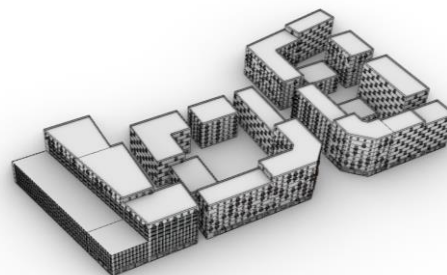
Jämförelse av scenarios för strukturer och typologier



Scenario 1- Slutna kvarter

Bjälklag: 9 180 ton CO₂eq
yttervägg: 4 460 ton CO₂eq
Fönster: 1 910 ton CO₂eq
Tak: 2 610 ton CO₂eq

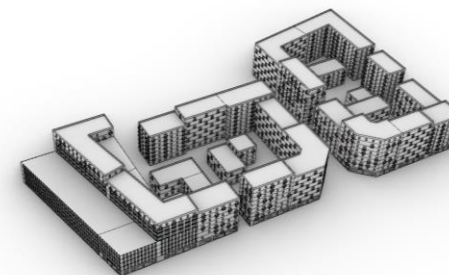
Totalt: 18 165 ton CO₂eq



Scenario 2- Blandade typologier

Bjälklag: 9 270 ton CO₂eq
yttervägg: 4 950 ton CO₂eq
Fönster: 2 040 ton CO₂eq
Tak: 2 620 ton CO₂eq

Totalt: 18 890 ton CO₂eq



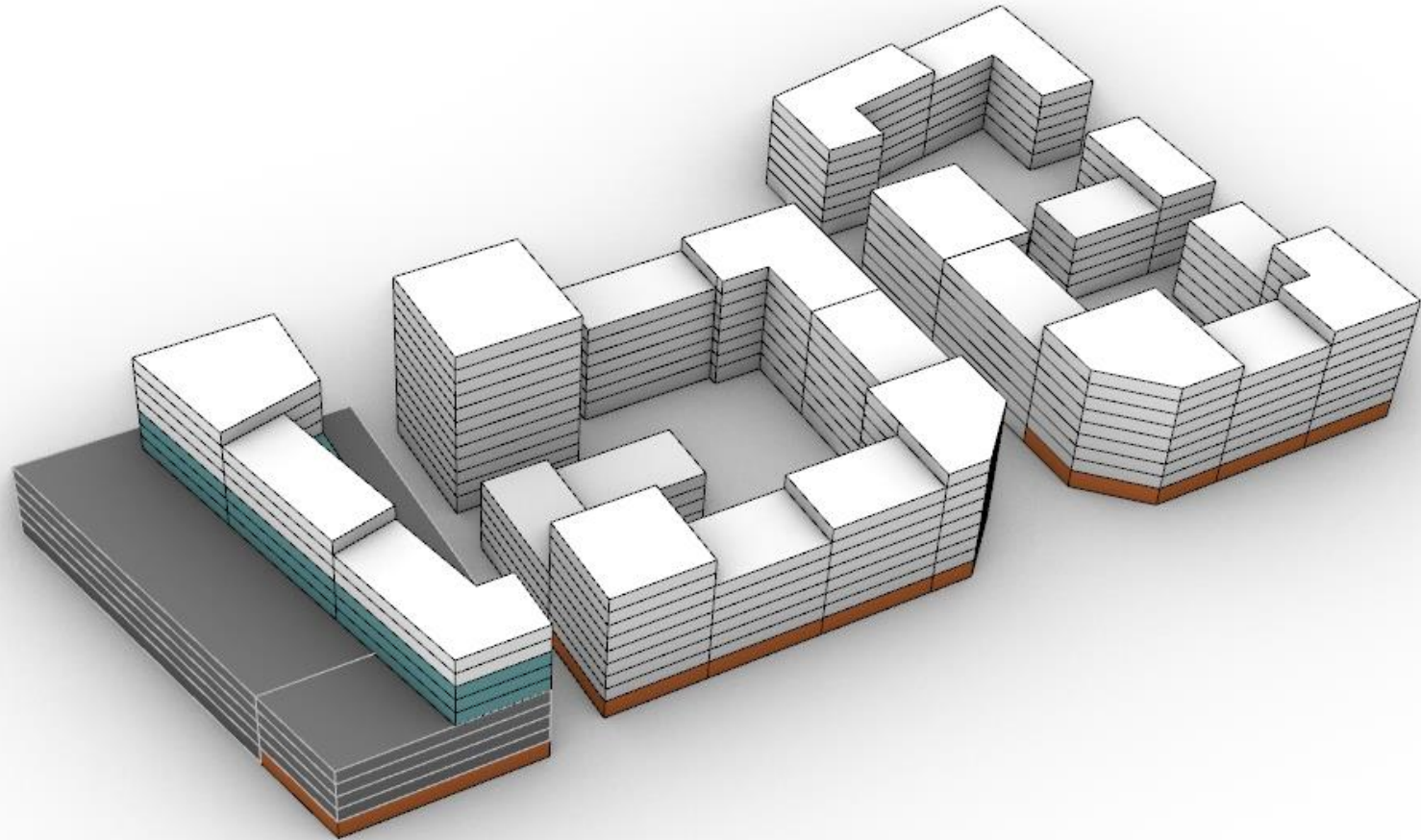
Scenario 3- In och ut

Bjälklag: 9 200 ton CO₂eq
yttervägg: 5 150 ton CO₂eq
Fönster: 2 000 ton CO₂eq
Tak: 2 650 ton CO₂eq

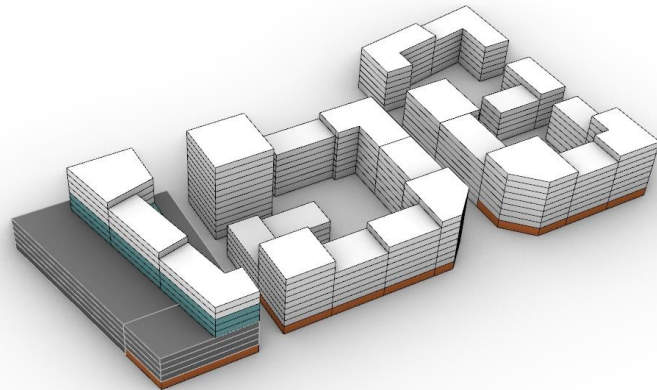
Totalt: 19 051 ton CO₂eq

Resultaten indikerar att en mer öppen struktur kan leda till en ökad klimatpåverkan även om det är relativt marginellt. Det gäller även vid en ökad andel småhus jämfört med flerbostadshus. Detta förefaller bero på en ökad andel ytterväggar och fönster.

Förslag- volym



Steg 2. Test med olika byggdelselement



Test 1 (betong)

Testade element

Bjälklag: Håldäcksbjälklag (400 mm) Medel

Yttervägg: Icke-bärande Tegel Medel

Fönster: Trä/aluminium 2-glas Medel

Tak: Platt papptak Medel

Test 2 (stål)

Testade element

Bjälklag: Plattbjälklag (270mm) Medel

Yttervägg: Icke-bärande Sandwich Medel

Fönster: Solavskärmning 2-glas Medel

Tak: Platt plåttak Medel

Test 3 (trä)

Testade element

Bjälklag: Träbjälklag (525 mm) Medel

Yttervägg: Icke-bärande träregelvägg Medel

Fönster: Trä/aluminium 2-glas (recycled) Låg

Tak: Platt plåttak Medel

Test 4 (låg)

Testade element

Bjälklag: Träbjälklag (525 mm) Låg

Yttervägg: bärande KL-trä(420) Låg

Fönster: Trä/aluminium 2-glas (återbruk) Låg

Tak: Platt Plåttak Låg

Test 1 (betong)

Utsläpp ton CO₂eq

Bjälklag: 7 573

yttervägg: 2 371

Fönster: 12

Tak: 3 710

Totalt ton CO₂eq 13 666



Test 2 (stål)

Utsläpp ton CO₂eq

Bjälklag: 10 777

yttervägg: 2 290

Fönster: 485

Tak: 1 140

Totalt ton CO₂eq 14 693



Test 3 (trä)

Utsläpp ton CO₂eq

Bjälklag: 5 816

yttervägg: 807

Fönster: 0,3

Tak: 1 140

Totalt ton CO₂eq 7 763



Test 4 (låg)

Utsläpp ton CO₂eq

Bjälklag: 5 537

yttervägg: 671

Fönster: 0,3

Tak: 745

Totalt ton CO₂eq 6 953



Sammanfattande resultat

- Genom att bygga kompakt och yteffektivt kan man bygga mindre och på så sätt minska klimatpåverkan från byggskedet.
- En mer uppbruten bebyggelsestruktur verkar kunna leda till högre klimatpåverkan ifall det innebär att fler ytterväggar behövs.
- Testen visar stora skillnader i klimatpåverkan beroende på materialval, bland annat att återbrukat material ger en drastisk minskning. Tidiga beräkningar med prototypverktyget kan därmed ge viktig vägledning både kring volymlösning och materialval.

Fallstudie 2

Kontorsdel av kommersiell byggnad Malmö



Upplägg i studie

Steg 1: Parameteruppställning

Designparametrar (input) och beslutsparametrar (output) sätts utifrån byggnadsfunktionen.

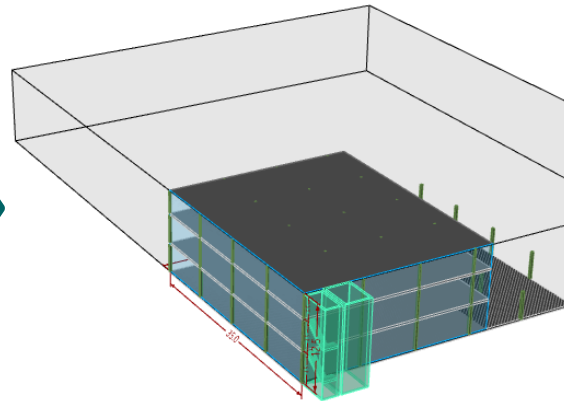
Steg 2: Iterationsprocess- ändring av parametrar

Designparametrar ändras för att se hur klimatpåverkan påverkas. Samtidigt utvärderas andra beslutsparametrar för att se samband och brytpunkter, det vill säga där klimatpåverkan och andra beslutsparametrar leder åt samma eller olika håll.

Steg 1. Parameteruppställning

Designparametrar

- Typologi
- Byggnadsproportioner
- Antal våningar
- Våningshöjder
- Väderstreck
- Fönsterandel
- Material



Building width 35.0

Number of floors 3

No of detached facades 2

Window factor 0.40

North direction 0

Gross Area (BTA) in sqm (m2)

Min. area in bottom floor

Min. floor heights (separate with ",")

Slab material

Roof material

Facade material

Column material

Elev. shaft and stair material

Window material

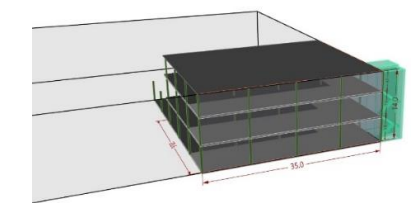
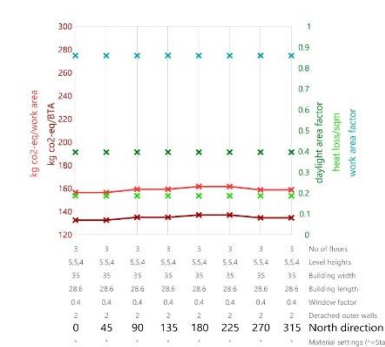
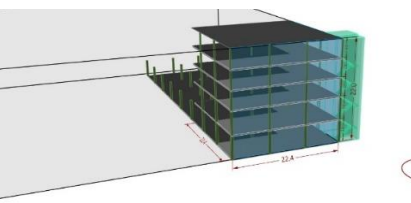
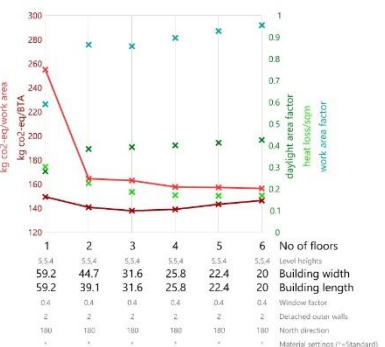
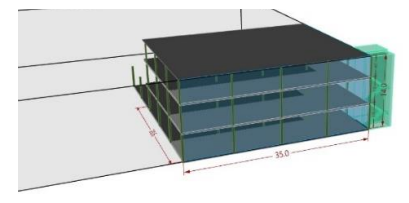
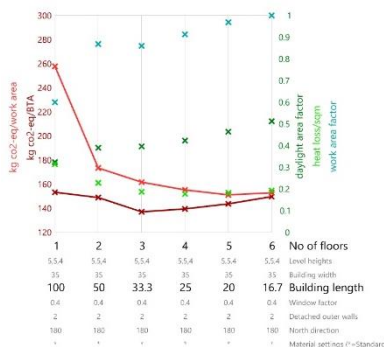
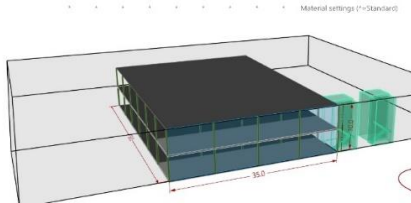
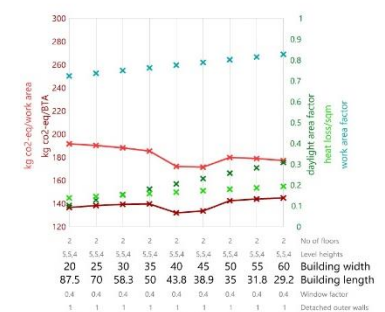
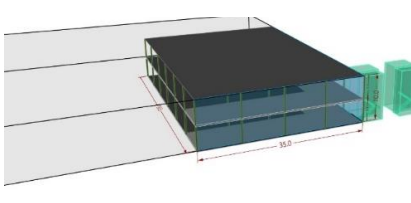
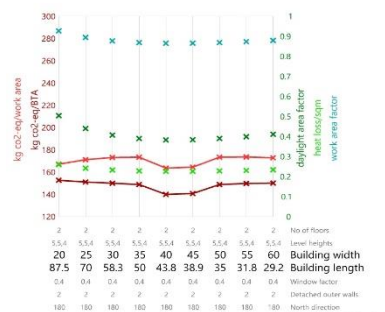
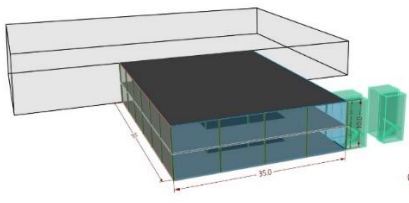
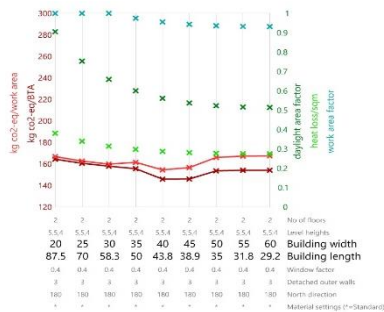
Sun facing windows material



Beslutsparametrar

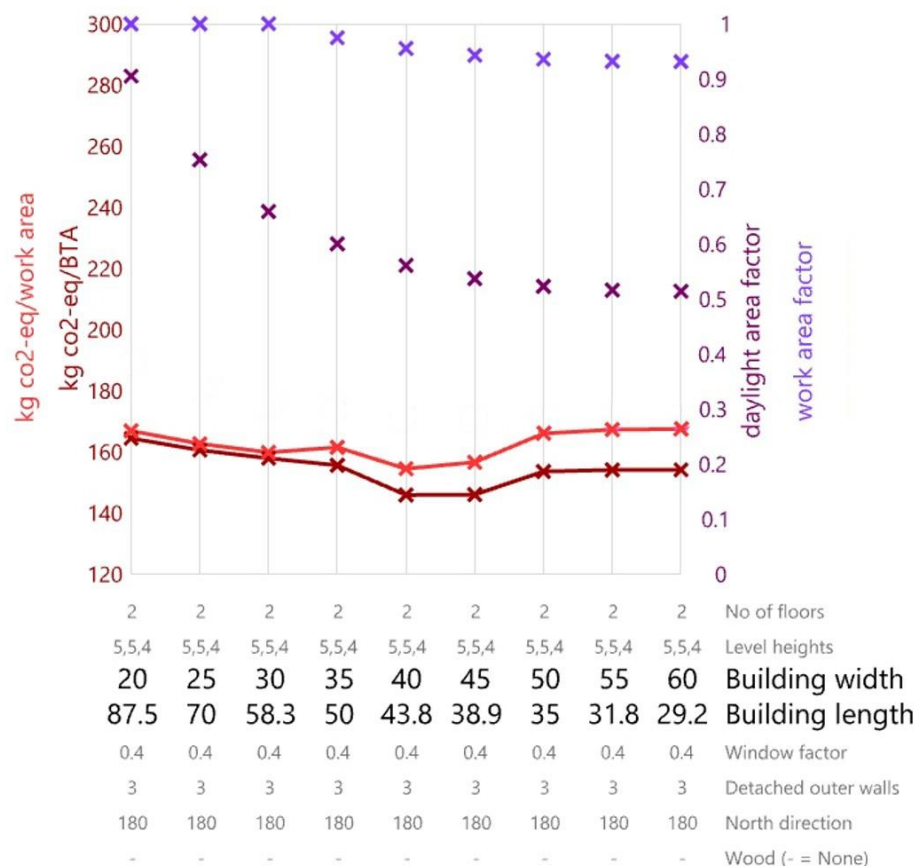
- Klimatpåverkan per BTA
- Klimatpåverkan per arbetsyta
- Dagsljusfaktor
- Arbetsyttefaktor

Steg 2: Iterationsprocess- ändring av parametrar

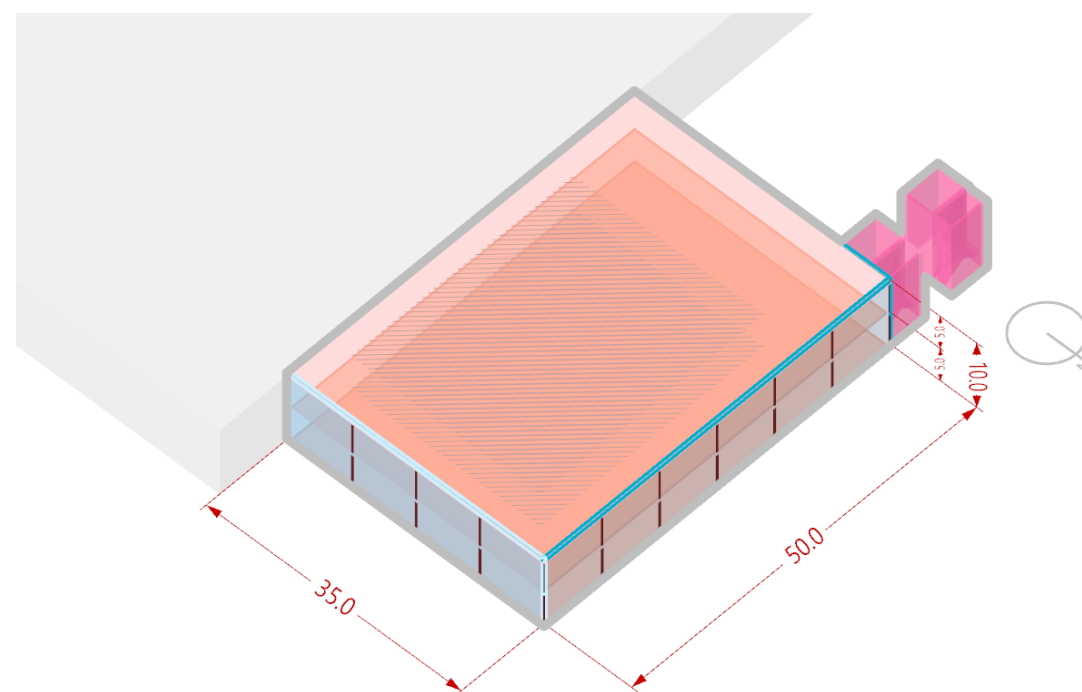


Exempel: Byggnadens proportioner och typologi

I grafen visas en jämförelse av olika byggnadsproportioner med tre fristående sidor. Två designparametrar (byggnadens längd och bredd) har varierats och resultatet av olika beslutsparametrar visas på y-axeln. I grafen syns beslutsparametrarna; Klimatpåverkan fördelat på BTA



respektive arbetsyta (på vänstra y-axeln) samt dagsljusfaktor och en arbetsytetfaktor som speglar användbar kontorsytan i relation till total yta (på högra y-axeln). Genom att utvärdera dem sida vid sida kan synergier eller motsägelser hittas.



Sammanfattande resultat

- Byggnadens geometri kan påverka klimatavtrycket i stor grad.
- Klimatoptimering driver byggnaden mot kvadratiska proportioner.
- Orientering och geometri som stöder god dagsljusstillgång är att föredra, för att optimera funktionell kontorsyta.
- En fönsterandel om 40% ger bäst resultat.



Fallstudie 3

Strukturplan Näsby, Kristianstads Kommun



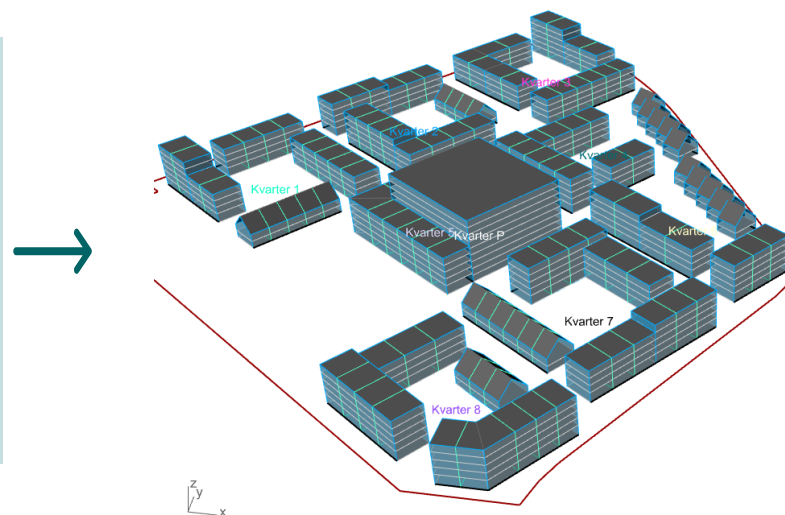
Steg 1. Parameteruppställning

Typologier

- Mix
- Radhus
- Lamellhus
- Kvarter

Designparametrar

- Hushöjd
- Husbredd
- Takform
- P-tal/lgh
- BTA/lgh

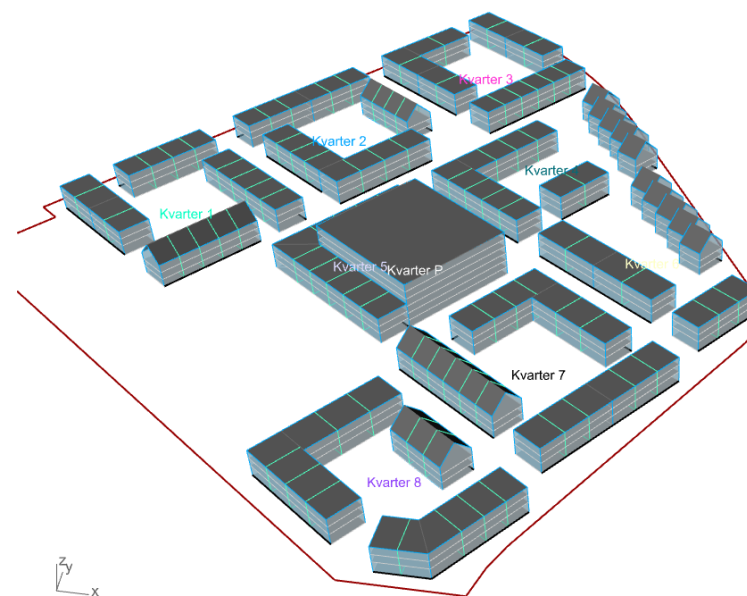
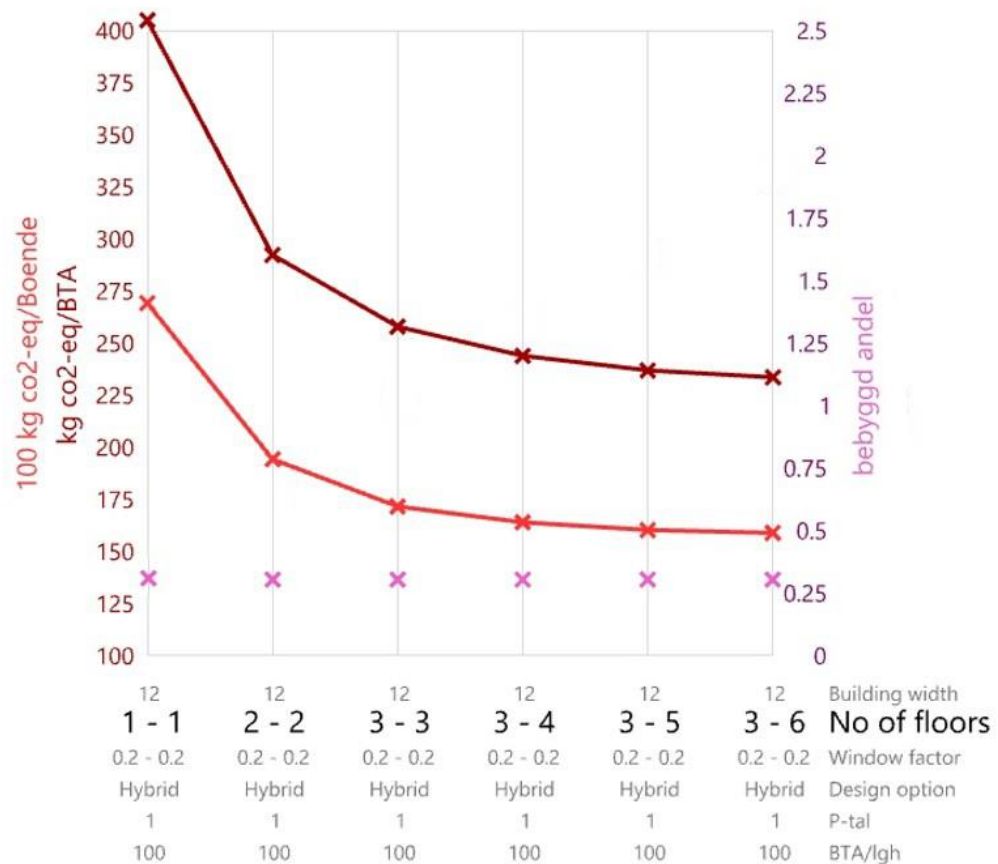


Beslutsparametrar

- Klimatpåverkan per BTA
- Klimatpåverkan per boende
- Bebyggd andel

Exempel: Typologi och antal våningar

Nedan visas en jämförelse av olika våningsantal i en mixad typologistruktur. Resultatet av olika beslutsparametrar visas på y-axeln.



Sammanfattande resultat

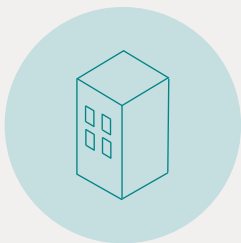
- Det är liten skillnad i klimatavtryck mellan olika typologier.
- Den optimala byggnadsformen beror på byggnadens material.
- En attraktiv stad kräver multioptimering. En strikt optimering mot minimerat klimatavtryck leder inte till god stadsbyggnad.

Slutsatser från fallstudier

Vilka parametrar visar sig viktiga för klimatavtrycket?



Vilka parametrar visar sig viktiga för klimatavtrycket?



A Täthet, form och orientering

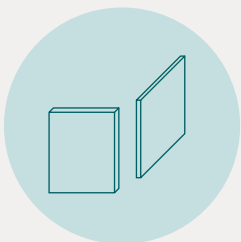
Täthet har stor betydelse för klimatpåverkan, då ju mer vi bygger desto mer växthusgaser producerar vi. Även fotavtryckets och volymens form och orientering har stor betydelse. Att relatera klimatpåverkan till flera olika funktionella enheter har visat sig vara viktig, till exempel både klimatpåverkan per m² BTA eller A_{temp}, samt ytterligare mått på byggnadernas funktion.



B Typologi/struktur

Olika typologier resulterar i olika mängd klimatskiljande byggdelar vilket leder till olika materialbehov, såsom isolering och fönster som kommer att variera klimatpåverkan.

Effekten på gestaltning av gårdar och allmän plats utifrån de olika testade scenarier saknas eftersom markanläggningar inte studeras i denna fas. Grundläggningens påverkan har inte heller studerats specifikt vilket vi vet är en relativt stor del av det totala klimatavtrycket. Här har vi alltså inte några jämförande resultat mellan till exempel lägre bebyggelse med många grundplattor eller ett fåtal höga hus med färre bottenplattor men då troligtvis med större pålningsbehov.



C Material och byggelement

Träkonstruktioner har lägre klimatpåverkan sett till byggskedet (modul A1-A5) jämfört med metall och betong. Vid användning av återbrukat material syns en drastisk skillnad vilket återigen belyser vikten av att byggbranschen får igång en cirkulär ekonomi när det gäller byggdelar och -material. Återbrukade fönster och dörrar minskar exempelvis klimatpåverkan avsevärt.

Hur ges denna återkoppling innan för många förutsättningar blir låsta?

LCA i tidiga skeden ger inte några absoluta värden på klimatpåverkan. Mycket viktiga komparativa resultat fås däremot både mellan olika strukturer, byggnadstypologier och materialval. I den bemärkelsen blir resultatet mycket viktigt för beslutsfattande. Resultaten måste däremot kommuniceras med försiktighet när det gäller de exakta siffrorna. Det är därför viktigt att den jämförande studien prioriteras snarare än de enskilda värdena i sig i varje återkoppling och redovisning. De enskilda värdena är samtidigt också värdefulla för att ge ett tidigt riktvärde som bör följas upp successivt genom hela plan- och byggprocessen.

7. Utvärdera klimatpåverkan och energiprestanda samtidigt i tidigt skede

Hur förebygger vi att en minskad klimatpåverkan från byggskedet A1-A5 inte riskerar att leda till större klimatpåverkan i andra livscykelstadierna?

Ett byggprojekt står alltid inför val som på olika sätt kan påverka byggskedets klimatpåverkan och andra delar av livscykeln. Energiprestanda (och i förlängningen klimatpåverkan) i drift är sådant exempel. Ett enkelt exempel kan vara att mer isolering ökar klimatpåverkan från material men minskar värmebehovet.



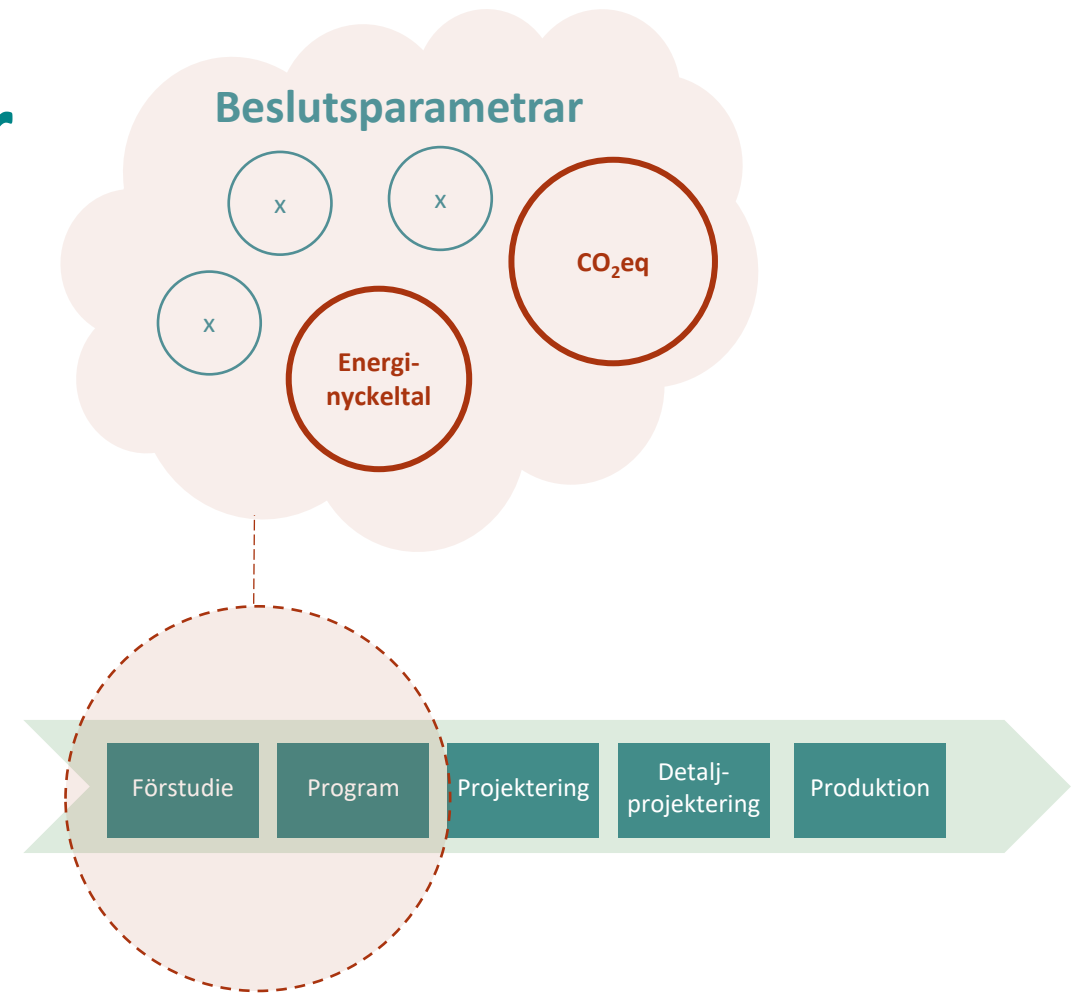
Vi lägger till ett energinyckeltal för klimatskalets värmeförluster

Energinyckeltalet kan beräknas utifrån volymskissen och indikerar hur val som görs i tidiga skeden (rörande byggnadens form och konstruktion) påverkar en byggnads energiprestanda.

Energinyckeltal för klimatskalets värmeförluster

En beslutsparameter som indikerar byggnadens energiprestanda i form av värmeförluster genom klimatskalet läggs till för att minska risken för suboptimerande val i tidiga skeden.

- LCA som beslutsunderlag i tidiga skeden kan bidra till att minimera klimatpåverkan från byggskedet (A1-A5).
- För att undvika risk för suboptimering gentemot klimatpåverkan i andra skeden i byggnadens livscykel behöver andra nyckeltal och parametrar kontrolleras – därför har ett nyckeltal för byggnadens energiprestanda tagits fram.
- Framtaget nyckeltal gör inte anspråk på att spegla fullständig klimatpåverkan från energianvändning i drift (skede B6) utan endast indikera de byggnadsrelaterade valens inverkan på densamma.
- Framtaget nyckeltal avser spegla de delar av byggnadens energibehov som är kopplat till val i tidiga skeden, dvs byggnadens geometri och klimatskalets prestanda.
- Framtaget nyckeltal bygger på delar av redan befintligt prestandabegrepp – VFT (värmeförlusttal) enligt Feby 18.



Energinyckeltalet speglar energibehov som beror på geometri och klimatskalets prestanda

De val och beslut som tas i tidiga skeden kopplar i hög grad till byggnadens geometri och konstruktion. Energinyckeltalet för klimatskalets värmeförluster är därför framtaget för att endast spegla de delar av energibehovet som påverkas av byggnadens geometri och klimatskalets prestanda.

Energinyckeltal för klimatskalets värmeförluster

$$(U_m * A_{om} + K * q_{inf} * A_{fasad}) / A_{temp} \quad [W/K, A_{temp}]$$

Där: U_m [W/m²,K]=Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient enligt SS13789:2017
 A_{om} [m²] =Omslutande area enligt BFS2011:6
 $K = \rho * c$
 q_{inf} = infiltration (luftläckning) i l/s, m² vid driftryck = q_{50} / d
 A_{fasad} [m²] =total ytterväggsyta inklusive fönster och glaspartier
 A_{temp} [m²] = Uppvärmad byggnadsyta
Och där: c [kJ/kg,K] = luftens värmekapacitet
 ρ [kg/m³] = luftens densitet
 q_{50} = infiltration i l/s, m² vid 50 Pa tryckskillnad
 $d = 20$ vid FT-ventilation eller avstängd fläkt
 $d = 25$ vid undertryck motsvarande F-ventilation

Teori

Byggnadens totala energibehov i drift kan principiellt sägas bero på den fysiska byggnaden, dess installationer samt den verksamhet som bedrivs däri. I Svensk byggnorm redovisas en byggnads energiprestanda som byggnadens primärenergital, EP_{PET} , omfattande behovsposter för värme, kyla, varmvatten samt fastighetsel justerade med faktorer för energislag och geografiskt läge. För att vara relevant i sitt sammanhang, det vill säga i tidigt skede där val kring en byggnads geometri och klimatskal görs, har energinyckeltalet utformats för att endast vara beroende av de förluster som beror på byggnaden i sig.

Värmeförlustkoefficienten (H_T) för en byggnad enligt EN ISO 13789:2007 är ett mått på byggnadens utetemperaturberoende värmeförluster. Detta begrepp har legat till grund för det framtagna energinyckeltalet. Till skillnad från värmeförlustkoefficienten inkluderas dock inte värmeförluster genom ventilationssystemet i energinyckeltalet. Genom att slå ut värmeförluster på grund av transmission och läckage genom byggnadens klimatskal på A_{temp} erhålls energinyckeltalet enligt rutan bredvid i (W/K, A_{temp}).

Syfte och bakgrund

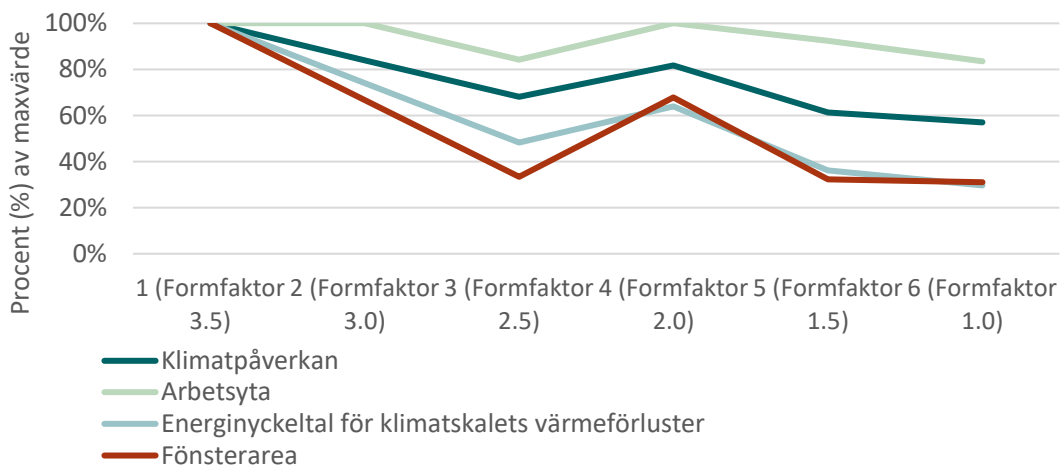
Mycket ungefärligt kan hälften av den klimatpåverkan som en byggnads livscykel ger upphov till sägas komma från energianvändning i dess driftskede - B6¹⁰. För att säkerställa att de val som görs avseende att minska klimatpåverkan från byggskedet, skede A, inte inverkar negativt på byggnadens energianvändning i drift har energinyckeltalet tagits fram inom projektet.



En parameterstudie visar på samband mellan energinyckeltalet och andra parametrar

En parameterstudie genomfördes för att testa hur det framtagna energinyckeltalet reagerar i förhållande till andra beslutsparametrar då byggnadens formfaktor förändras (Figur 2).

Geometrierna för byggnadsvolymer i parameterstudien nedan är, inte nödvändigtvis, realistiska ur ett praktiskt och användarmässigt perspektiv. Av denna anledning baseras slutsatserna från studien (se nästa sida) inte på absoluta värden utan endast på trender för en viss parameter eller på sambandet mellan olika parametrar.

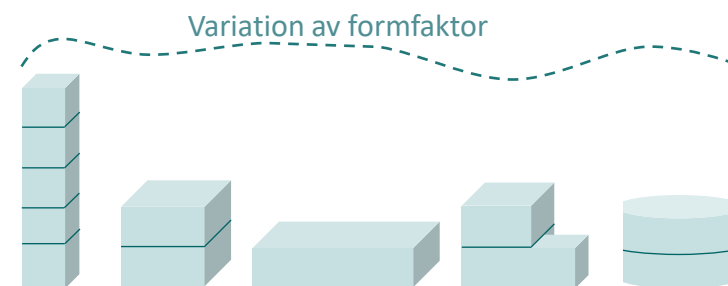


Figur 2. Energinyckeltalet för klimatskalets värmeförluster, klimatpåverkan, arbetsyta och fönsterarea vid en förändrad formfaktor

Formfaktorn

Formfaktorn är ett mått på hur kompakt en byggnad är, där den omslutande arean av klimatskalet sätts i förhållande till uppvärmd yta, A_{temp} (Formfaktor = A_{om}/A_{temp}).

Förenklat ger exempelvis en avlång byggnad på en våning högre formfaktor än en kubisk byggnad med flera våningar som har samma byggnadsyta.



Vad visar parameterstudien?

A Tydligt samband mellan formfaktorn och energinyckeltalet för klimatskalets värmeförluster

Energinyckeltalet för klimatskalets värmeförluster reagerar som förväntat på ändringar av byggnadens formfaktor, det vill säga värmeförlusterna genom klimatskalet sjunker med minskande formfaktor (A_{om}/A_{temp}).

B Värmeförluster som styrande indikator ger fokus på en effektiv byggnadsutformning

Energinyckeltalet reagerar i linje med parametrarna för klimatpåverkan. Det indikerar att en effektiv byggnadsform (låg formfaktor) kan bidra till att möjliggöra både låg inbyggd klimatpåverkan (byggskedet A1-A5) och låga värmeförluster genom klimatskalet, vilket i sin tur bidrar till att möjliggöra en låg klimatpåverkan från energianvändning i drift (modul B6).

C Andra beslutsparametrar bör tas hänsyn till

Formfaktorn bör optimeras med hänsyn till andra beslutsparametrar som kan påverka byggnadens hållbarhet (till exempel klimatpåverkan). Möjlig användbar yta samt fönsterandel är exempel på sådana beslutsparametrar från denna studie.

D Genom energinyckeltalet så framhävs formfaktorn och dess inverkan på studerade beslutsparametrar

Den utförda parameterstudien indikerar att det kan finnas fördelar med att sätta fokus på byggnadens form, då det kan bidra till att ge effektiva byggnader ur ett energiperspektiv såväl som ett klimatpåverkansperspektiv. Optimering utifrån formfaktorn är inte så vanligt idag, vilket delvis beror på att kraven på energi i de svenska byggreglerna i dagsläget inte direkt (dock indirekt genom krav på genomsnittligt U-värde) relaterar till formfaktorn.

Begränsningar och utvecklingspotential

I genomförd parameterstudie har de olika geometrierna skapats i syfte att nå en variation på formfaktorn (A_{om}/A_{temp}) mellan 1 och 3,5. För skarpare slutsatser bör formfaktorn åstadkommas med hänsyn till praktiskt användbar byggnadsyta för aktuell byggnadstyp/verksamhet.

Alla byggdelar täcks inte in till fullo vid beräkning av klimatpåverkan.

Den genomsnittliga värmegenomgångskoefficient U_m kan beräknas med olika detaljeringsgrad avseende bland annat köldbryggor.

Genomförd parameterstudie tar inte hänsyn till hur köldbryggorna förändras utifrån förändringar i byggnadens geometri eller avseende konstruktion.

U-värden för enskilda konstruktionsdelar hålls konstanta i genomförd parameterstudie varför bara effekten av geometriska förändringar har undersökts. Effekten av att uppnå olika U-värden med olika konstruktionstyper behöver undersökas för att kunna dra slutsatser hur klimatskalet bäst optimeras för lägsta möjliga klimatpåverkan under både byggskede och driftsskede.

8. Tidig och sen klimatberäkning: Vad är skillnaden?



Kan olika syften uppfyllas med klimatberäkningarna?

Tidigare skeden

I tidigare skeden såsom i förstudie eller programskede behöver snabba och enkla jämförelser prioriteras, så automatiserings- och förenklingsnivån behöver vara högre. Klimatberäkningar i tidigare skeden kan till exempel användas för att:

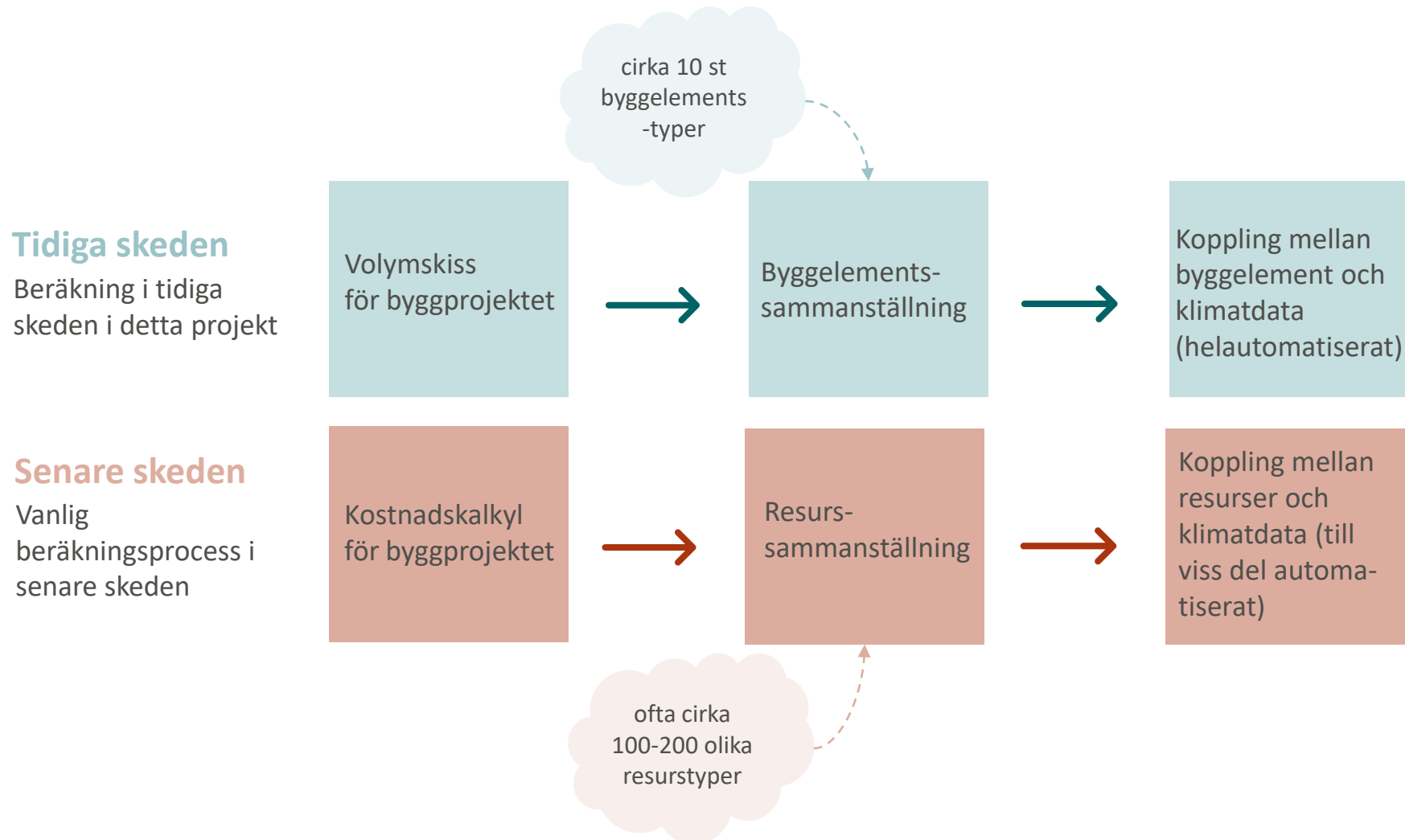
- Jämföra flera alternativa utföranden (t ex volymmässigt) innan sådana parametrar är låsta
- Hitta samband som leder åt rätt håll klimatmässigt
- Avväga klimatpåverkan mot andra beslutsparametrar (t ex nyttjandebar yta, dagsljusinsläpp)

Senare skeden

I senare skeden (t ex vid anbud eller vid överlämning) kan klimatberäkningar göras med större noggrannhet. Det kan till exempel användas för att:

- Jämföra materiallösningar och produktval mer ingående (när design såsom volymutförande ofta är låst)
- Jämföra olika totalentreprenörers anbud
- Klimatdeklarera slutligt utförande
- Skapa referensvärden på klimatpåverkan att använda till kommande projekt
- Styra generella ändringar till kommande projekt

Olika indata och detaljnivå i olika skeden



Går beräkningarna att jämföra?

Resurstyper på hög detaljnivå saknas i en volymmodell i tidiga skeden. Ibland används schablonpåslag för att kompensera för dessa dataluckor. Schablonpåslag har inte tillämpats i detta projekt. Genom att studera tidiga och senare beräkningar för valda byggnader har istället jämförbarheten av beräkningarna studerats.

Förutsättningar:

- Byggelement uppbyggda i volymskissen är typiska utföranden (inte projektspecifika)
- I senare skedens underlag kan de vara av mer specifik och annorlunda sammansättning.

Prototypverktygets koppling mellan byggelement och klimatdata kan i dagsläget täcka in ett stort antal byggdelar men inte alla. Klimatberäkning som görs utifrån en kostnadskalkyl täcker in mer. Prototypverktyget har bedömts idag kunna täcka in SBEF-byggdelarna 30-32, 34, 36, 40-41, 43, 49, 50-51, 53, 55, 58, 61, se Tabell 3. Filtring på byggdela kan oftast göras i klimatberäkningar från sent skede.

Tabell 3. Prototypverktyget har i dagsläget bedömts täcka in följande SBEF-byggdelar

SBEF Byggdelar i prototypverktyget	
Stomme	
30	Stomme sammansatta
31	Väggar
32	Pelare
34	Bjälklag/balkar
36	Trappor/hiss-schakt
Yttertak	
40	Yttertak sammansatt
41	Takstomme
43	Taktäckning
49	Plåtarbeten
Fasader	
50	Fasader sammansatta
51	Stomkomplettering/utfackning
53	Fasadbeklädnad/ytskikt
55	Fönster/dörrar/partier/portar
58	Huskomplettering fasader
Stomkomplettering/rumsbildning	
61	Insida Yttervägg

Byggnader i jämförelsen

Projektnamn:	Spåret
Typ av byggnadsverk:	Flerbostadshus, med viss lokalyta
Byggnadsyta (m ² BTA):	11168
Antal våningar:	7
Ort:	Malmö
Byggherre/beställare:	MKB Fastighet AB
Byggtid (månad år till månad år):	2019-08 till 2021-06



Projektnamn:	Kv Fabriken Kontor
Typ av byggnadsverk:	Kontorsbyggnad
Byggnadsyta (m ² BTA):	3181
Antal våningar:	5
Ort:	Malmö
Byggherre/beställare:	Byggnadsfirman Otto Magnusson
Byggtid (månad år till månad år):	2020-03 till 2021-08



Vad har gjorts i jämförelsen?

Klimatberäkning i sent skede har jämförts med klimatberäkning i tidigt skede för att studera jämförbarheten mellan dem. Det har gjorts på följande sätt för respektive beräkning:

För senare klimatberäkning utifrån kostnadskalkyl:

- Byggdelar som inte bedöms möjliga att täckas in av volymskissen har sorterats bort, enligt Tabell 3. Detta görs via en funktion med byggdelsval i BM.
- Ny resultatrapport från BM har tagits fram där klimatpåverkan redovisas för de valda byggdelarna.

För tidig klimatberäkningen via volymskiss:

- En volymskiss har tagits fram utifrån de tillgängliga och mest uppdaterade dwg-filerna¹¹ (dvs de som stämt bäst överens med slutligt utförande har valts).
- Byggelement har kopplats till volymskissen för så hög representativitet som möjligt.

Resultat, flerbostadshus:

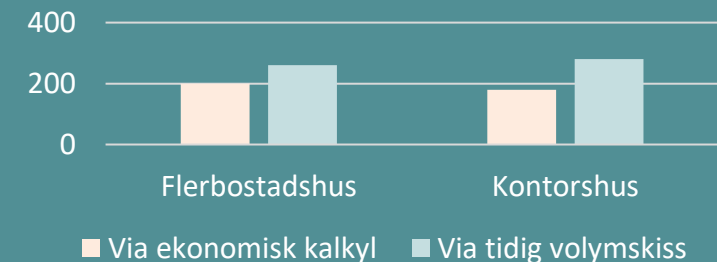
Via kostnadskalkyl : 200 kg CO₂eq/m² BTA

Via volymskiss: 260 kg CO₂eq/m² BTA

Resultat, kontorshus:

Via kostnadskalkyl: 180 kg CO₂eq/m² BTA

Via volymskiss: 280 kg CO₂eq/m² BTA



¹¹ Ett filformat för CAD-program (t ex AutoCAD), som i sin tur används för att göra ritningar.

Svårt att jämföra med beräkningar från sent skede idag

I verktygskopplingen behöver fler antal byggdelar inkluderas för att generera klimatberäkning som har en mer jämförbar systemgräns som den typisk för senare klimatberäkningar.

Byggelementens sammansättning är också svår att synka på detaljnivå mellan den tidiga och senare beräkningen. Framförallt beror det på att prototypverktygets biblioteket med byggelement är begränsad i dagsläget.

Dessa begränsningar är anledningar till att resultaten från de två olika beräkningssätten skiljer sig åt samt att avvikelserna ser olika ut.

Beräkningar i tidigt skede enligt det här projektet ger jämförelser och kan driva mot bra lösningar med lägre klimatpåverkan, men kan endast beräknas uppskattningsvis. Dessa uppskattningar kan dock bidra mycket till lösningar åt rätt håll klimatmässigt.

9. Ökat klimatfokus vid markttilldelning och planprocess



Workshop - Kommunens roll och möjligheter vid marktilldelning för en hållbar stadsutveckling

Inom projektet har workshops arrangerats med medverkan av Malmö Stad, Kristianstad, Simrishamns och Ystad.

Huvudtemat på workshopparna har varit ”Kommunernas roll och möjligheter vid marktilldelning för en hållbar stadsutveckling” där upplägget varit en kort introduktion av projektet *Klimat – och designdriven byggnation* och efterföljande diskussionsfrågor utifrån projekt målet med fokus på följande punkter:

- Hur kan planprocessen utvecklas för att vara stöd åt aktörer med höga klimat- och miljömässiga ambitioner?
- Vilka hinder finns?
- Vilka eventuella lösningar skulle kunna tas fram?

Markanvisning & Planprocessen

En markanvisning/marktilldelning är en överenskommelse mellan en kommun och en byggherre som ger byggherren ensamrätt att under en begränsad tid och under givna villkor förhandla med kommunen om överlåtelse eller upplåtelse av ett kommunägt markområde för bebyggande enligt lag (2014:899) om riktlinjer för kommunala markanvisningar är¹². Plan- och bygglagen (PBL) styr de olika planprocesserna. En kommun får inte ställa tekniska särkrav på bebyggelsen vid exploateringsprocessen.

Hur kan då planprocessen i ett tidigt skede utvecklas för att bidra till minskat klimatavtryck?



Hinder & eventuella lösningar vid marktilldelning

Synpunkterna från workshopen som framkommit genom diskussionerna har dokumenterats. Ett antal hinder och lösningar för att möjliggöra att höga klimat- och miljömässiga ambitioner stötts har identifierats.

Hinder för att stödja aktörer med höga klimat- och miljömässiga ambitioner

Lagen om tekniska särkrav

Plan- och bygglagen (2010:900) 8 kap. 4 a §, förbud mot egna kommunala Lagkrav på tekniska egenskaper¹³ anses vara ett av de största hindren vid markanvisningar. Denna lag begränsar kommunernas möjligheter att ställa egna krav på ett byggnadsverks tekniska egenskaper vid planläggning eller i samband med genomförande av detaljplaner.

Splittrat regelverk mellan kommuner

En annan viktig aspekt är att det finns ett splittrat regelverk mellan kommunerna, vilket allt som oftast inte uppskattas av byggbranschen.

Politisk oenighet

Politisk oenigheten över partigränser och mellan kommuner, har stor påverkan på att inte kunna driva hållbarhetsarbetet framåt.

Brist på kompetens kring hållbarhetsfrågor

Det finns brist på kompetens kring hållbarhetsfrågor idag, därför är det viktigt att kunna flytta fram viktiga positioner tidigare i planprocessen, så att regelverken/kraven blir samma för alla kommuner redan i ett tidigt skede.

Finansiering

Det är lättare att ställa hållbara krav i storstäderna där byggtrycket är högre. Finansieringen är en av orsakerna till att exploitörer inte vågar ta sig an klimatsmarta byggprojekt i mindre tätorter/ kommuner, som oftast medför höga byggkostnader.

Finansiärerna vill se en värdeökning i projekten, därmed får byggkostnaderna inte bli högre än marknadsvärdet för det området. Risken är då att exploitörer väljer klimatsmart bebyggelse i attraktiva områden i storstäderna.

Marktilldelning som verktyg för att stödja aktörer med höga klimat- och miljömässiga ambitioner

Nyttja markanvisningstävlingar

Använd markanvisningstävlingar med hållbarhetsfokus som ett instrument där utvalda exploatörer får samverka redan under planprocessen.

Mål, visioner & högre krav

Sätt mål och visioner och visa vilken typ av bebyggelse som önskas på kommunens mark redan i tidiga skeden. Kommunerna behöver bygga upp profilering, vilja och ha mod att sticka ut med sina förväntningar, våga ställa högre krav och då är markanvisningar ett bra tillfälle att nyttja.

Livscykelanalyser och miljöcertifiering är exempel på krav som kan ställas.

Ta fram riktlinjer för markanvisningar - markstrategier för hur man vill att utvecklingen skall ske.

Samverkan mellan kommuner

God dialog mellan kommun och byggherre med lagom flexibilitet under planprocessen är av stor vikt. Ha gärna fler byggare med i processen, där byggherredialogen driver kommunen och varandra till bättre prestation inom klimat- och hållbarhetsarbetet. Dialogen är extra viktig när det gäller privat mark, för att inte råka planera bort möjligheter.

Prioritera klimat- och hållbarhetsakkunnig redan i tidigt skede.

Klimat- och hållbarhetsakkunnig kan driva hållbarhetsarbetet framåt redan tidigt i processen.

Samverkan över kommungränser är viktig för att hitta en bättre samsyn kring utvecklingen. Den sakkunnige kan då agera länk mellan kommuner för att diskutera idéer.

Införa betygssystem

Inför ett betygssystem för uppföljning av mål, exempelvis Guld, Silver, Brons kopplat till BTA-priset som beror på hur väl kriterier uppfylls.

”Mervärden” och ”Gröna punkter”

Markanvisningstävlingar kan skapa mervärden som får exploatörerna att hålla en mer hållbar riktning och som kan värdesättas högt vid bedömning. Genom att leverera ”gröna punkter” eller ”mervärden” som kan ge poäng för hållbarhetsaspekter så kan byggföretag profilera sig och en unik möjlighet till konkurrensfördel kan skapas.

Råd till utveckling av planprocessen

Kommunala bostadsbolag och kommunen som beställare borde vara förebilder i sitt eget byggande. Kommunerna behöver bygga upp profilering, visa mod, sätta tydliga kriterier och beskriva klimatmål och visioner i samband med markanvisningar för att påverka klimatavtrycket.

Markanvisningstävlingar är ett instrument där utvalda exploatörer kan samverka i planarbetet för att driva klimat- och hållbarhetsarbetet framåt. En god dialog mellan kommun och byggherre med lagom flexibilitet är viktig under planprocessens gång. Kommunerna bör införa gröna punkter eller mervärden som byggherren måste uppfylla vid markanvisningar, ju fler gröna punkter exploatören uppfyller, desto högre värdesättning vid bedömning.

En klimat- och hållbarhetsakkunnig är värdefull i tidiga skeden i planprocessen för att driva på klimatarbetet och visa att klimat och hållbarhet är ekonomiskt lönsamt på sikt.

10. Slutsatser



Slutsatser från detta arbete kan kort summeras i dessa punkter:

- A** Prototypverktyget kan användas för jämförelser av klimatpåverkan i tidiga skeden i sin nuvarande funktion. Men det behöver utvecklas vidare med fler möjliga generiska byggnadselement att räkna på, för ökad möjlighet till variation och högre beräkningstäckning (bland annat går det i nuläget inte att inkludera grundläggning).
- B** Klimatpåverkan kan utvärderas parallellt med andra beslutsparametrar med hjälp av prototypverktyget.
- C** Designparametrar att variera och beslutsparametrar att analysera bör och kan anpassas beroende på byggprojekt. Klimatpåverkan kan också lämpligen relateras till olika funktionella enheter såsom ytenheter: i ett kontorshus till exempel ”yta användbar för arbetsplatser”, i ett bostadshus till exempel ”uthyrbar yta”.
- D** Avvägning mellan detaljnivå och tidseffektivitet för klimatkalkyl i tidiga skeden har varit i fokus vid utveckling av metodik och arbetssätt i projektet.
- E** Denna typ av klimatkalkyler i tidigt skede ersätter inte, men kompletterar, detaljerade klimatberäkningar och klimatdeklaration i sent skede.
- F** Metod för beslutsavvägning mellan klimatpåverkan från byggskedet och energiprestanda för byggnaderna behövs i de tidiga skedena. Ett energinyckeltal för klimatskalets värmeförluster har därför utvecklats. En parameterstudie utifrån variation av byggnadens formfaktor har genomförts som visar hur detta kan användas för beslutsunderlag i tidiga skeden.

Klokare klimatbeslut i tidiga skeden

Beskrivning av prototypverktyg och erfarenheter av tidiga klimatkalkyler

